

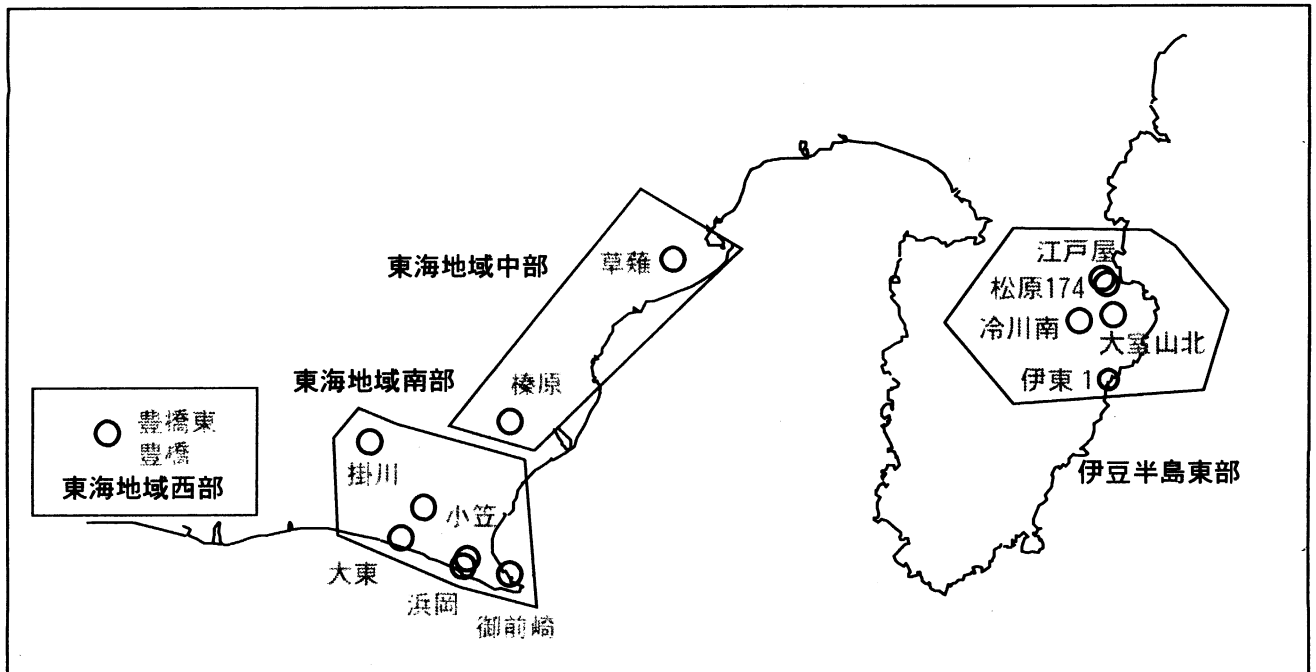
第275回

地震防災対策強化地域判定会 委員打合せ会

産業技術総合研究所

地質調査総合センター資料

産総研地質調査総合センター地下水観測井配置図
(伊豆・東海地域テレメータ連続観測)



平成21年4月27日

【資料目次】

表紙

1. 東海地域中部(榛原, 草薙)地下水 3成分歪; 中期
- 1-b. 東海地域中部(草薙)3成分歪; 中期
2. 東海地域中部(榛原, 草薙)地下水 3成分歪; 長期
3. 東海地域南部(大東, 小笠, 浜岡, 御前崎)地下水; 中期
4. 東海地域南部(大東, 小笠, 浜岡, 御前崎)地下水; 長期
- 4-b. 東海地域南部(浜岡)地下水・沈下; 長期
- 4-c. 東海地域南部(掛川)地下水・沈下; 長期
5. 東海地域西部(豊橋, 豊橋東)地下水・歪・傾斜; 中期
- 5-b. 東海地域西部(豊橋東)歪等; 中期
6. 東海地域西部(豊橋・豊橋東)地下水・歪・傾斜; 長期
- 6-b. 東海地域西部(豊橋東)歪等; 長期
7. 伊豆半島東部(松原174, 江戸屋, 大室山北, 冷川南, 伊東1)地下水; 中期
8. 伊豆半島東部(松原174, 江戸屋, 大室山北, 冷川南, 伊東1)地下水; 長期
9. 関東地域(つくば1, 川崎)地下水; 中期
10. 関東地域(つくば1, 川崎)地下水; 長期

別紙

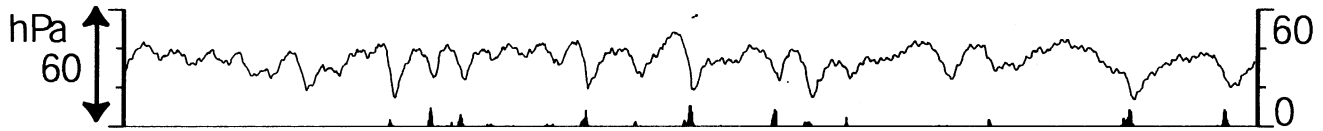
- ・紀伊半島南部の地下水・歪等観測結果
- ・浜岡・榛原の降雨グラフ

東海地域中部 (榛原・草薙) 中期 (時間値)
 (2009/02/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

榛原 気圧 (Vaisara) [hPa]

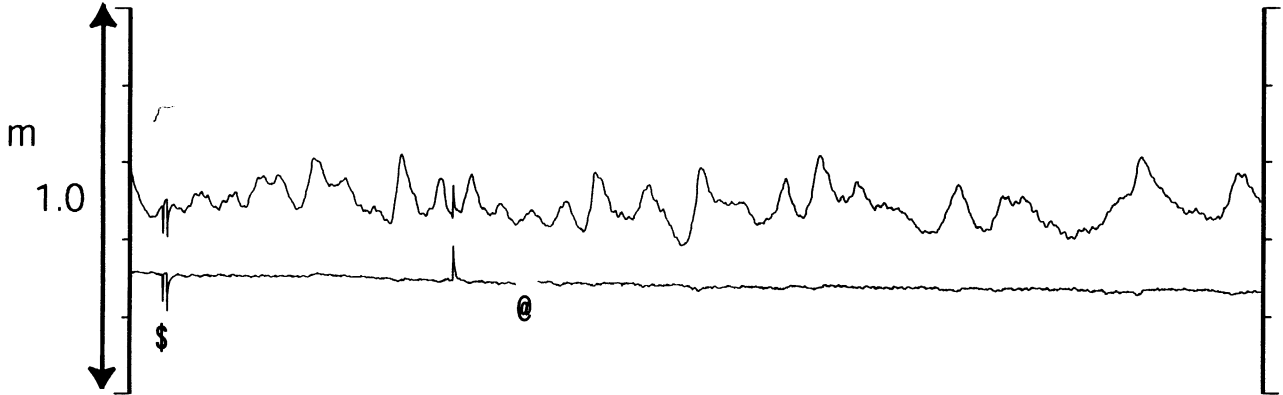
榛原 降水量 (積算) [mm]

mm/h
60
0



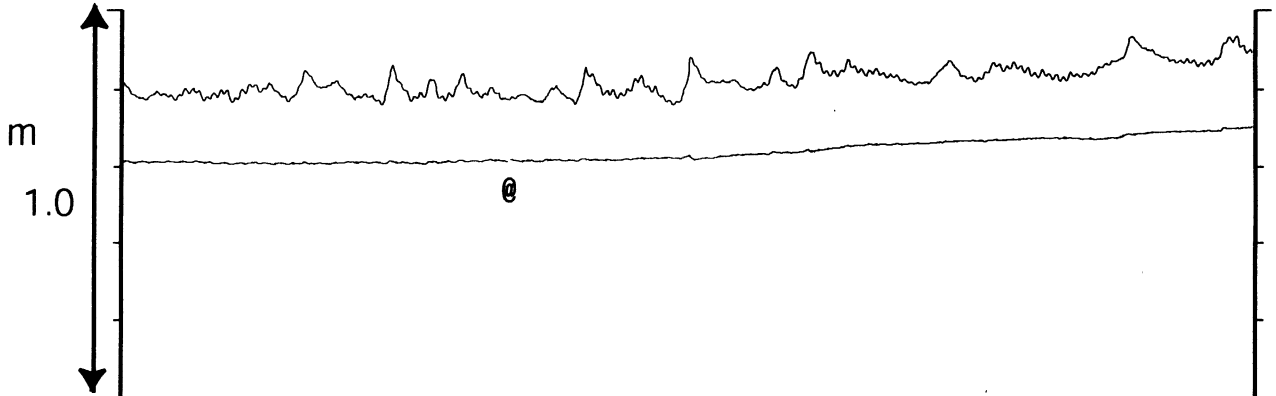
榛原 水位 (差圧) [m]

榛原 水位 (差圧) (MR-AR)

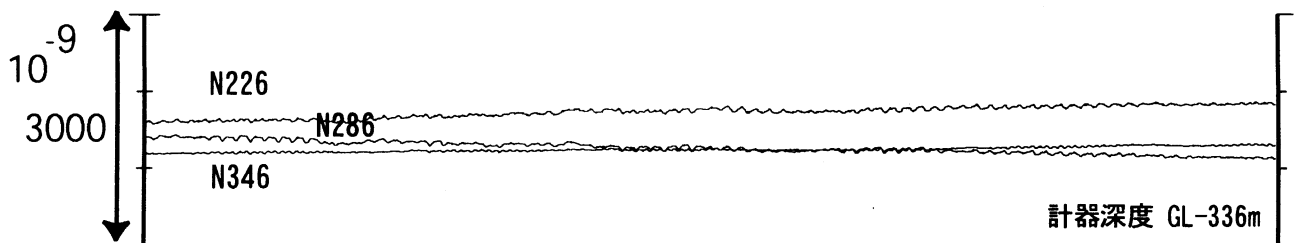


草薙2 水位 (差圧) [m]

草薙2 水位 (差圧) (MR-AR)



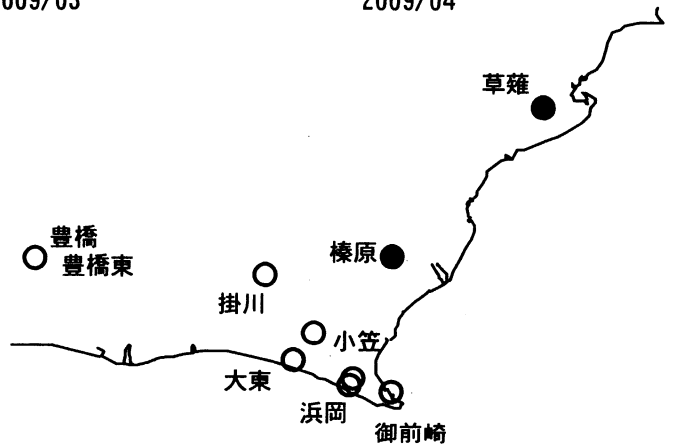
草薙1 歪all [xE-9]



01 08 15 22 01 08 15 22 29 05 12 19
 2009/02 2009/03 2009/04

コメント: \$; 保守.

@; 月初めの補正值のギャップは,
 解析プログラムの見かけ上のものである.



東海地域中部 (草薙・歪) 中期 (時間値)
 (2009/02/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

草薙 気圧 (Paro) [hPa]

草薙 降水量 (積算) [mm]

mm/h

hPa
60

60
0

草薙3 水位 (差圧) [m]

草薙3 水位 (差圧) (BAYTAP)

m
5.0

ストレーナ深度 GL-9.2~20.1m

草薙1 水位 (差圧) [m]

草薙1 水位 (差圧) (BAYTAP)

m
1.0

ストレーナ深度 GL-308.5~319.5m

草薙1 歪 1 [x10⁻⁹]

草薙1 歪 1 (BAYTAP)

10⁻⁹
500

N346

草薙1 歪 2 [x10⁻⁹]

草薙1 歪 2 (BAYTAP)

10⁻⁹
1000

N286

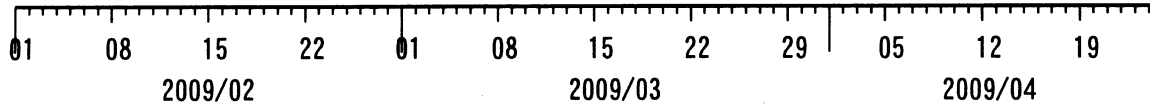
草薙1 歪 3 [x10⁻⁹]

草薙1 歪 3 (BAYTAP)

10⁻⁹
1200

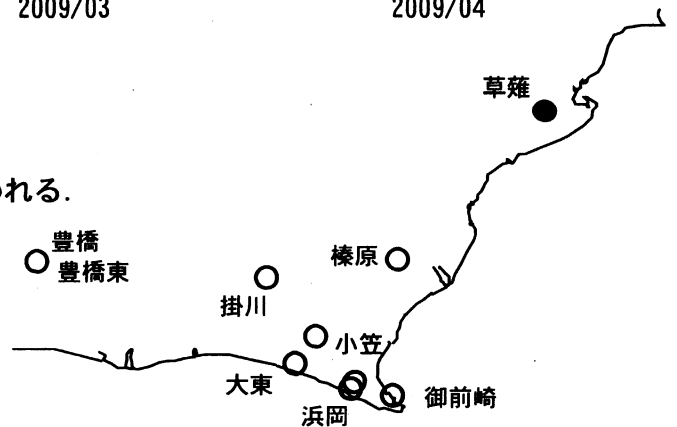
N226

計器深度 GL-336m

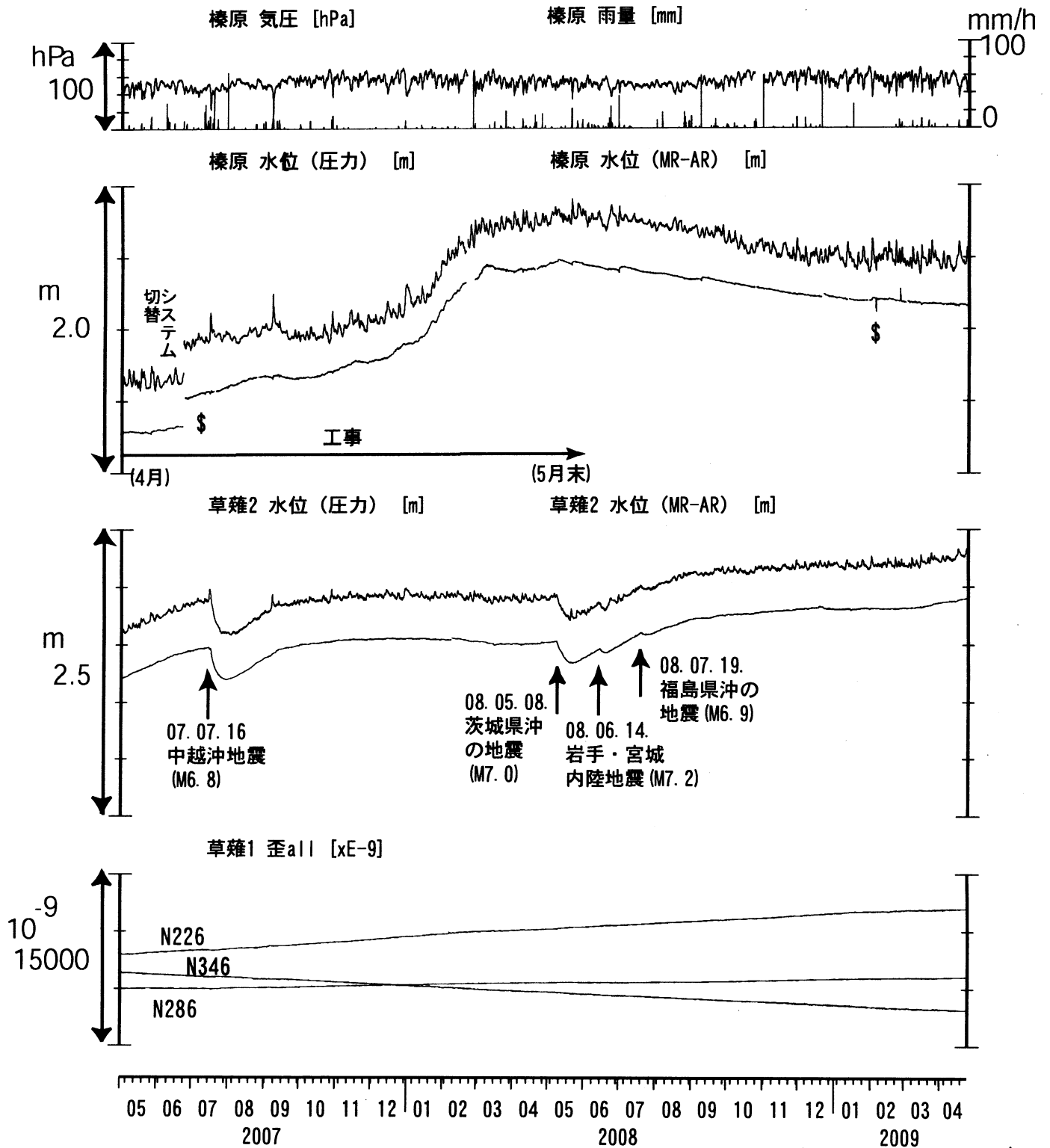


コメント: \$;保守.

草薙1の2009年3月における急激な水位上昇は、
 降雨により地表から水が流れ込んだためと思われる。



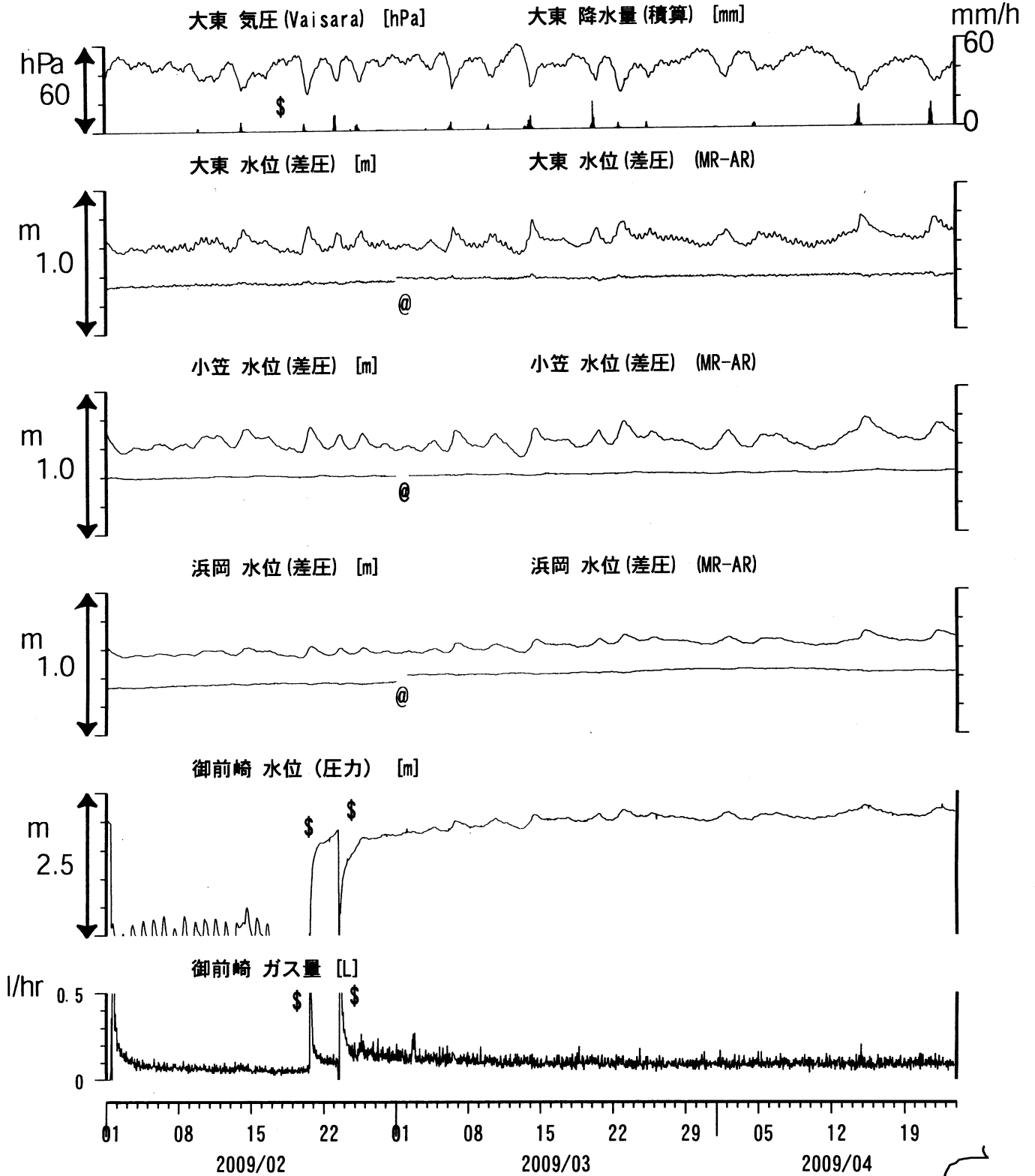
東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値）
 (2007/05/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)



コメント：*;雨量補正不十分. ?;原因不明.
 静岡空港建設工事 (2002年7月～2003年2月,
 2003年5月～2004年3月, 2004年8月末～2005年5月18日,
 2005年5月21日～2006年8月, 2007年4月～2008年5月末)
 が榛原で行われている。



東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)
 (2009/02/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)



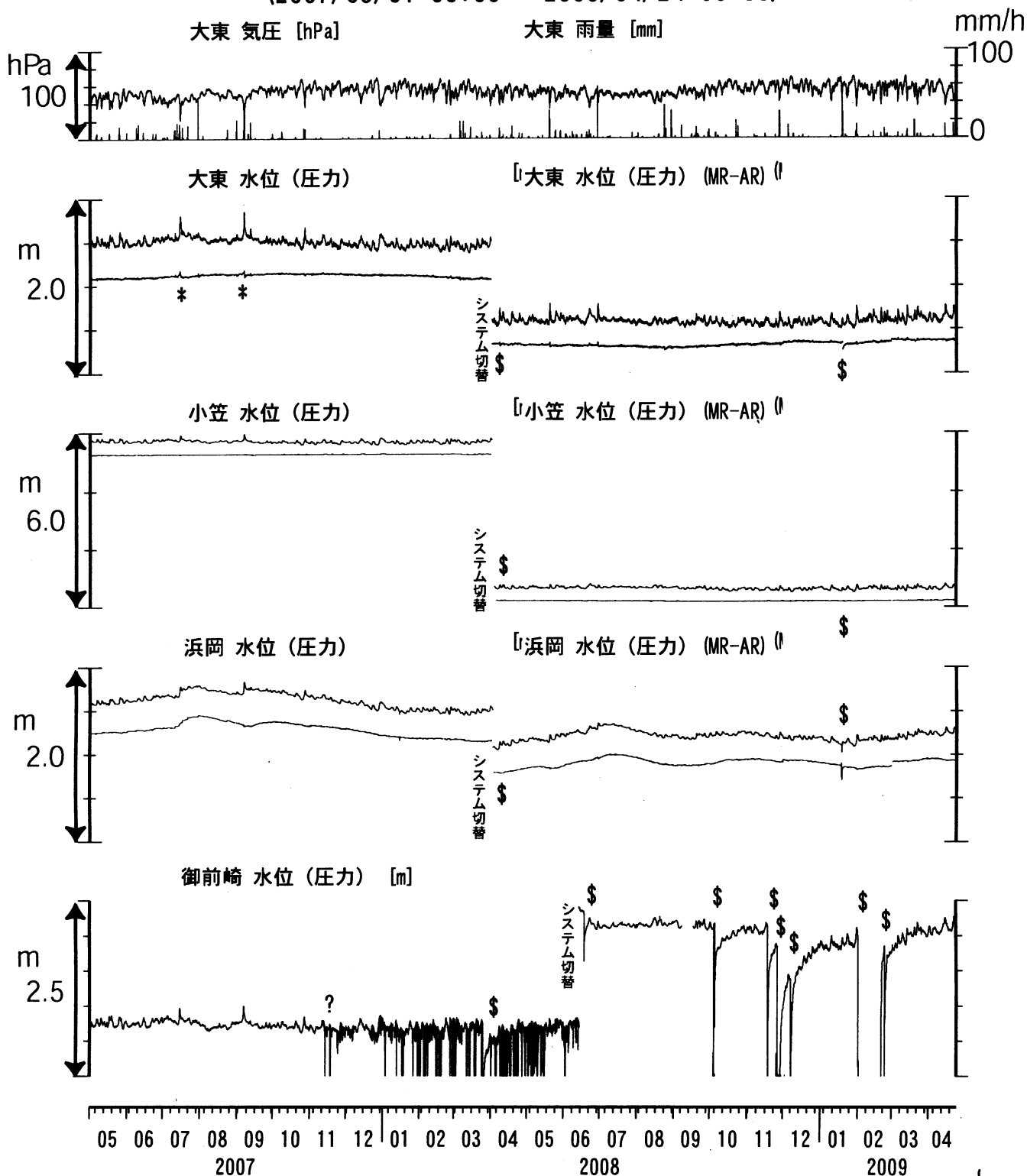
コメント:

*:雨量補正不十分, \$:保守. ?:不明.
 @:月初めの補正值のギャップは,
 解析プログラムの見かけ上のものである.



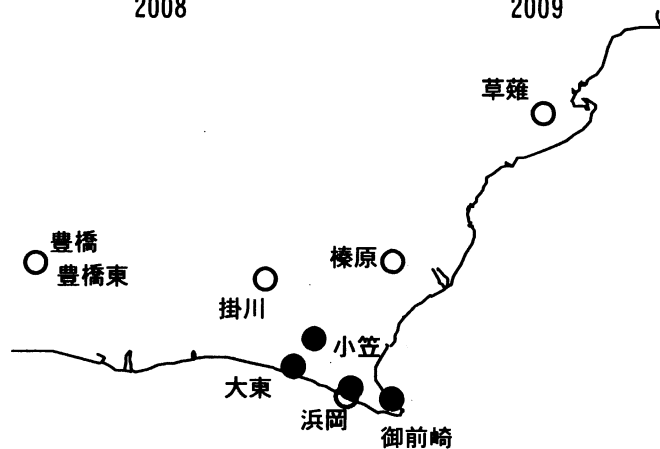
東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)

(2007/05/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)



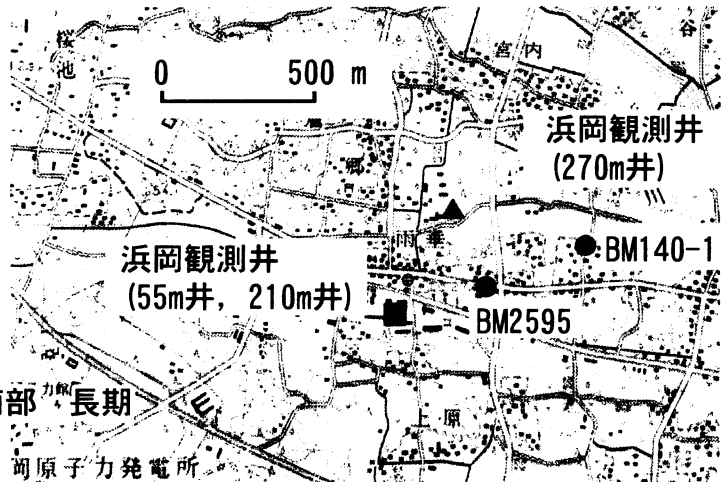
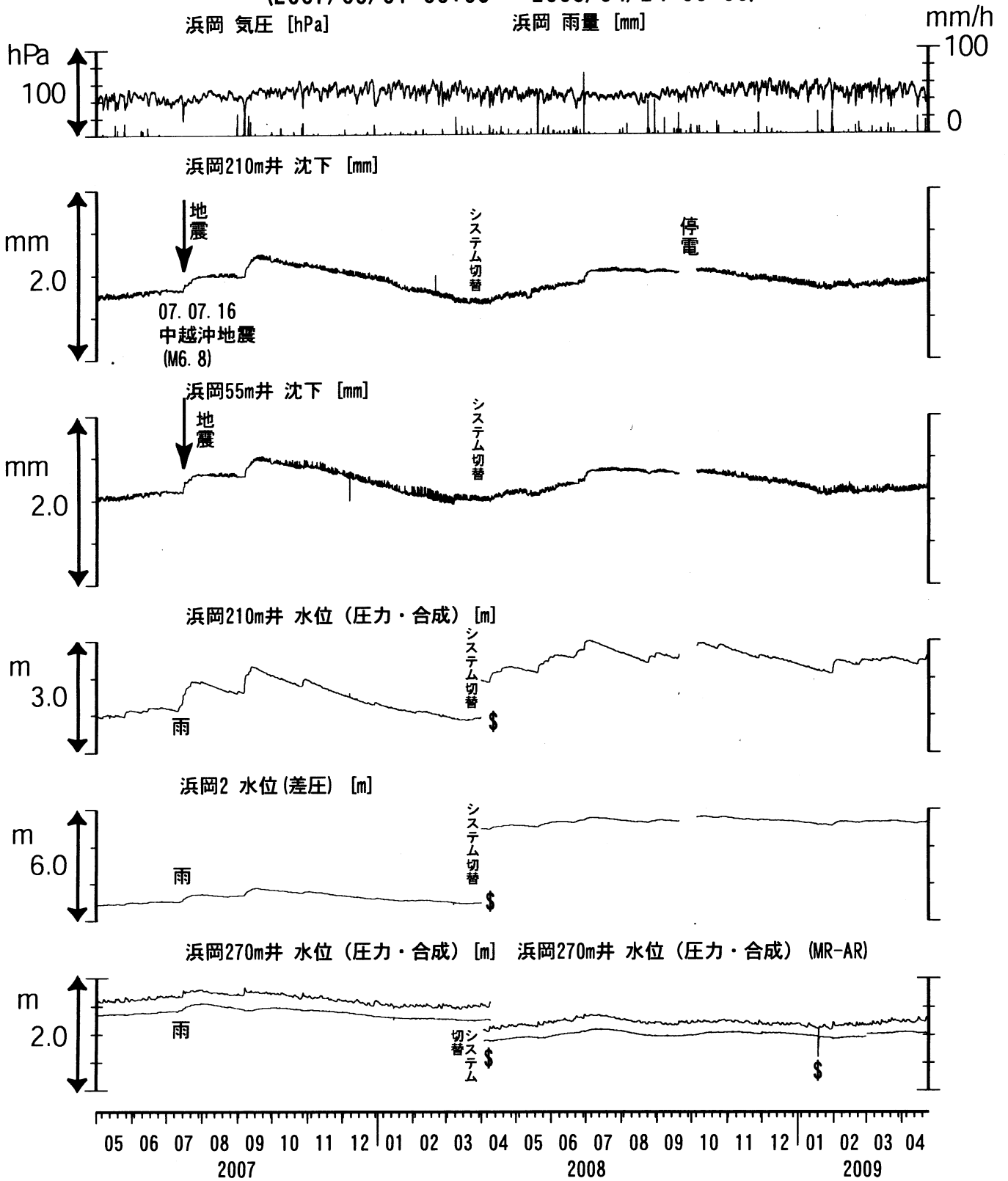
コメント:

*;雨量補正不十分. \$;保守.
 @;月初めの補正值のギャップは、
 解析プログラムの見かけ上のものである。
 ?;2007年11月中旬から
 御前崎の水位データに異常が認められるが、
 水位計の不具合の可能性が高い。
 2008年6月末に水位計を更新した。



浜岡沈下・水位 (時間値)

(2007/05/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)



コメント: \$; 保守.

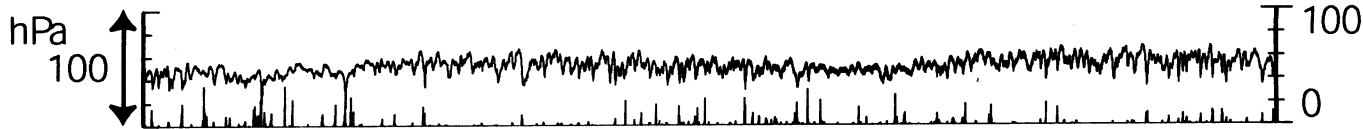


掛川沈下・水位 (時間値) (2007/05/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

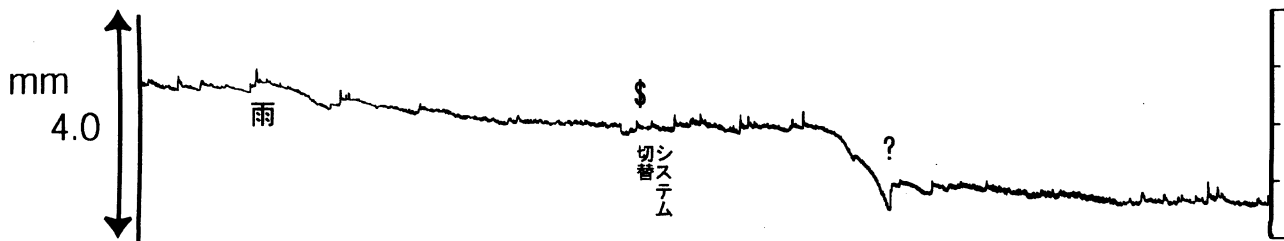
掛川 気圧 [hPa]

掛川 雨量 [mm]

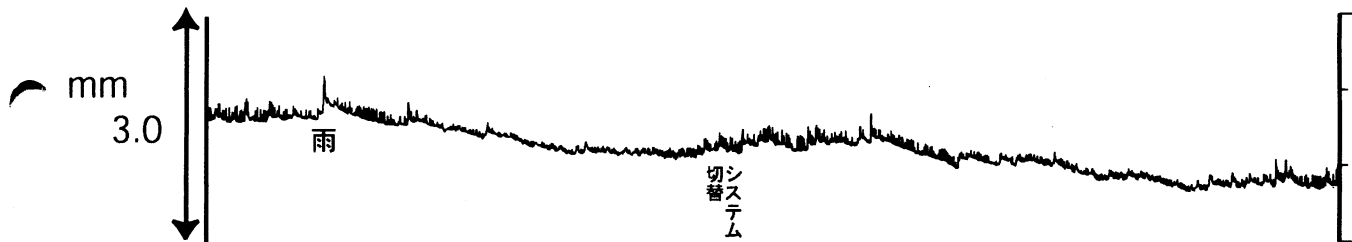
mm/h



掛川145m井 沈下 [mm]



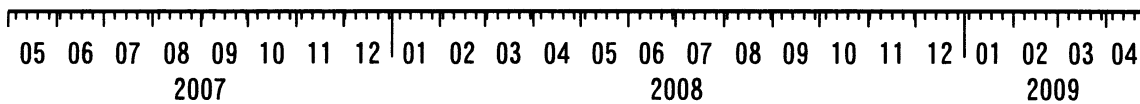
掛川35m井 沈下 [mm]



掛川145m井 水位 (圧力・合成) [m]



掛川35m井 水位 (圧力・合成) [m]



コメント：\$;保守。
?;原因不明。



0 500 m



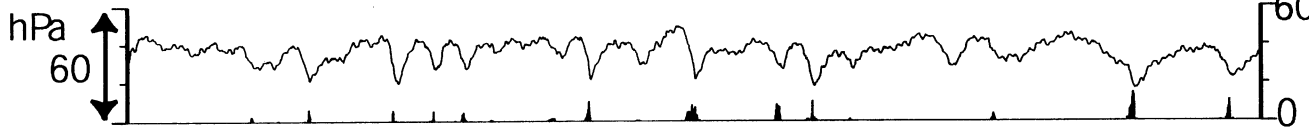
東海地域西部（豊橋・豊橋東）中期（時間値）

(2009/02/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

豊橋 気圧 (Paro) [hPa]

豊橋 雨量 (強度) [mm]

mm/h



豊橋1 水位 (差圧) [m]

豊橋1 水位 (差圧) (BAYTAP)

m

1.2

ストレーナ深度 GL-180~200m

m

1.5

ストレーナ深度 GL-135~150m

豊橋2 水位 (差圧) [m]

豊橋2 水位 (差圧) (BAYTAP)

m

1.0

ストレーナ深度 GL-185.9~207.8m

豊橋東 水位 (差圧) [m]

豊橋東 歪 [x10⁻⁹]

計器深度 GL-269.3m

10⁻⁹
3000

N356

N86

N131

N221

豊橋東 傾斜 [x10⁻⁹]

計器深度 GL-269.3m

10⁻⁹
4000

N356

N86

09. 02. 01.

茨城県沖の地震 (M5. 8)

09. 02. 12.

インドネシア

付近の地震 (M7. 4)

09. 03. 20.

トンガ付近の

地震 (M7. 7)

01 08 15 22 01 08 15 22 29 05 12 19
2009/02 2009/03 2009/04

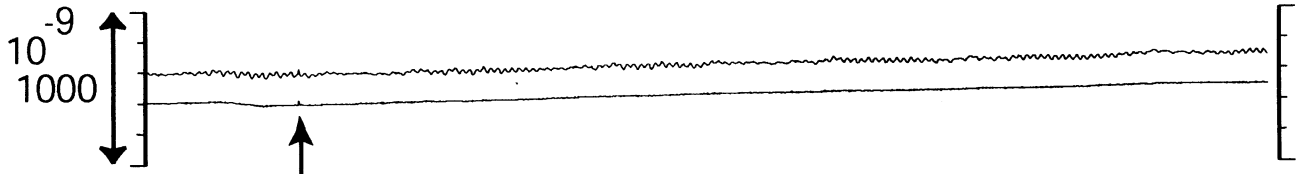
コメント: \$;保守. ?;原因不明.



東海地域西部 (豊橋東 歪) 中期 (時間値)
 (2009/02/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

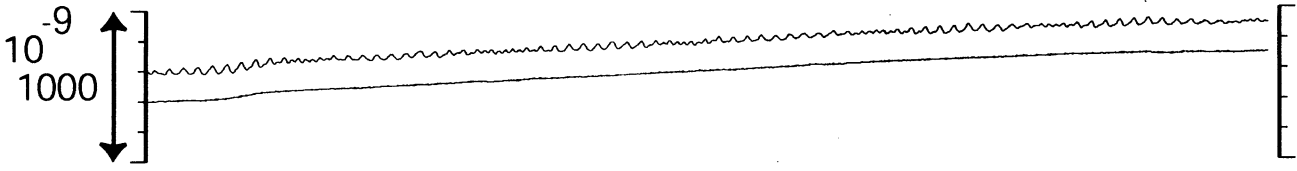
豊橋東 歪 N356E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N356E (BAYTAP)



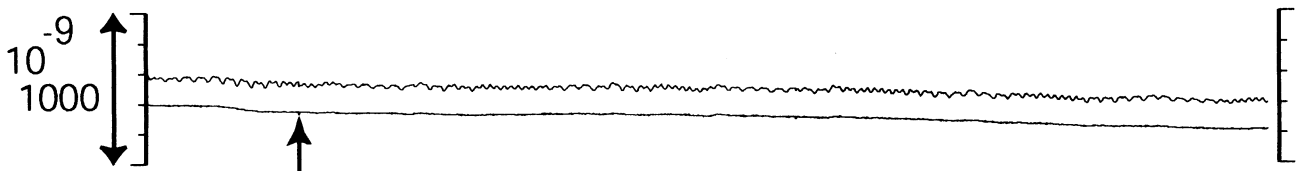
豊橋東 歪 N86E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N86E (BAYTAP)



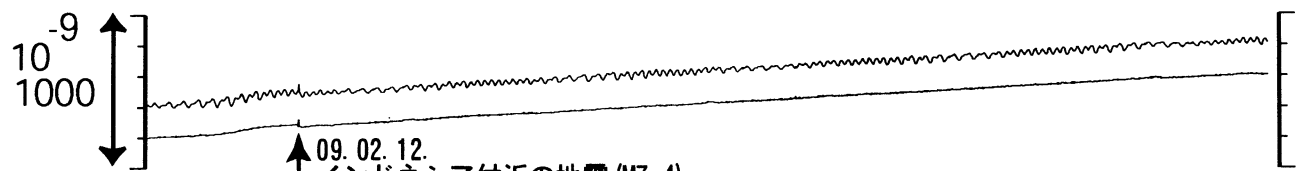
豊橋東 歪 N131E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N131E (BAYTAP)



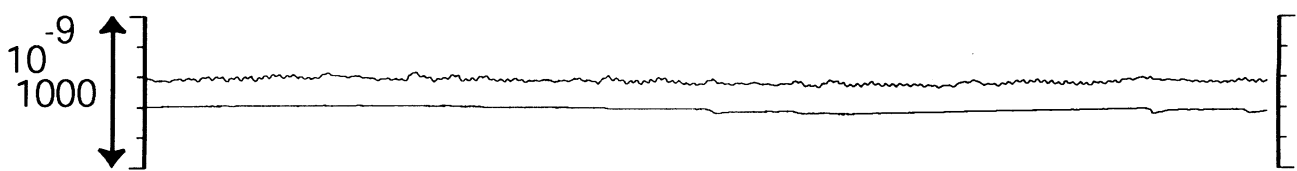
豊橋東 歪 N221E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N221E (BAYTAP)

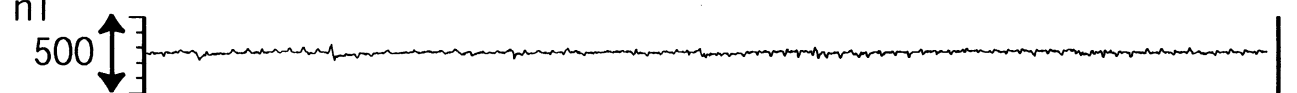


豊橋東 歪 鉛直 [x10⁻⁹]

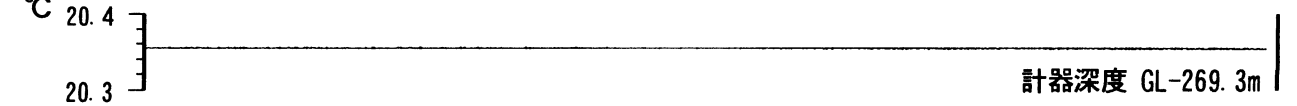
豊橋東 歪 鉛直 (BAYTAP)



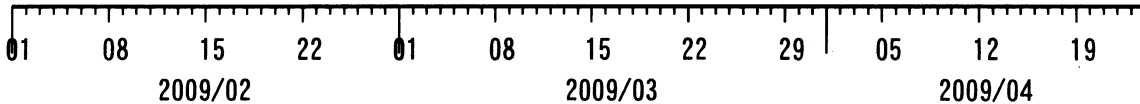
豊橋東 磁力 N356E [nT]



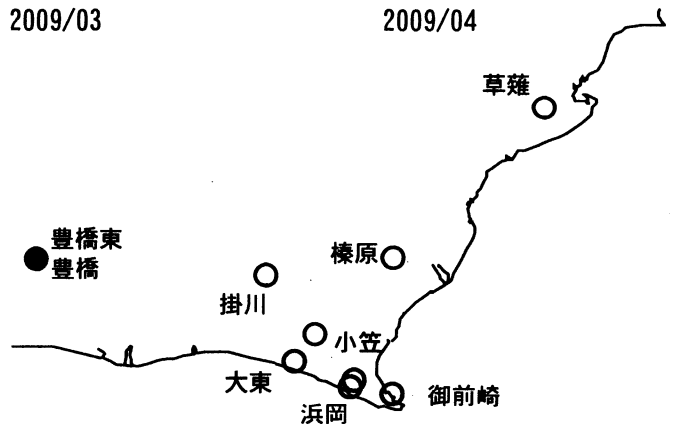
豊橋東 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



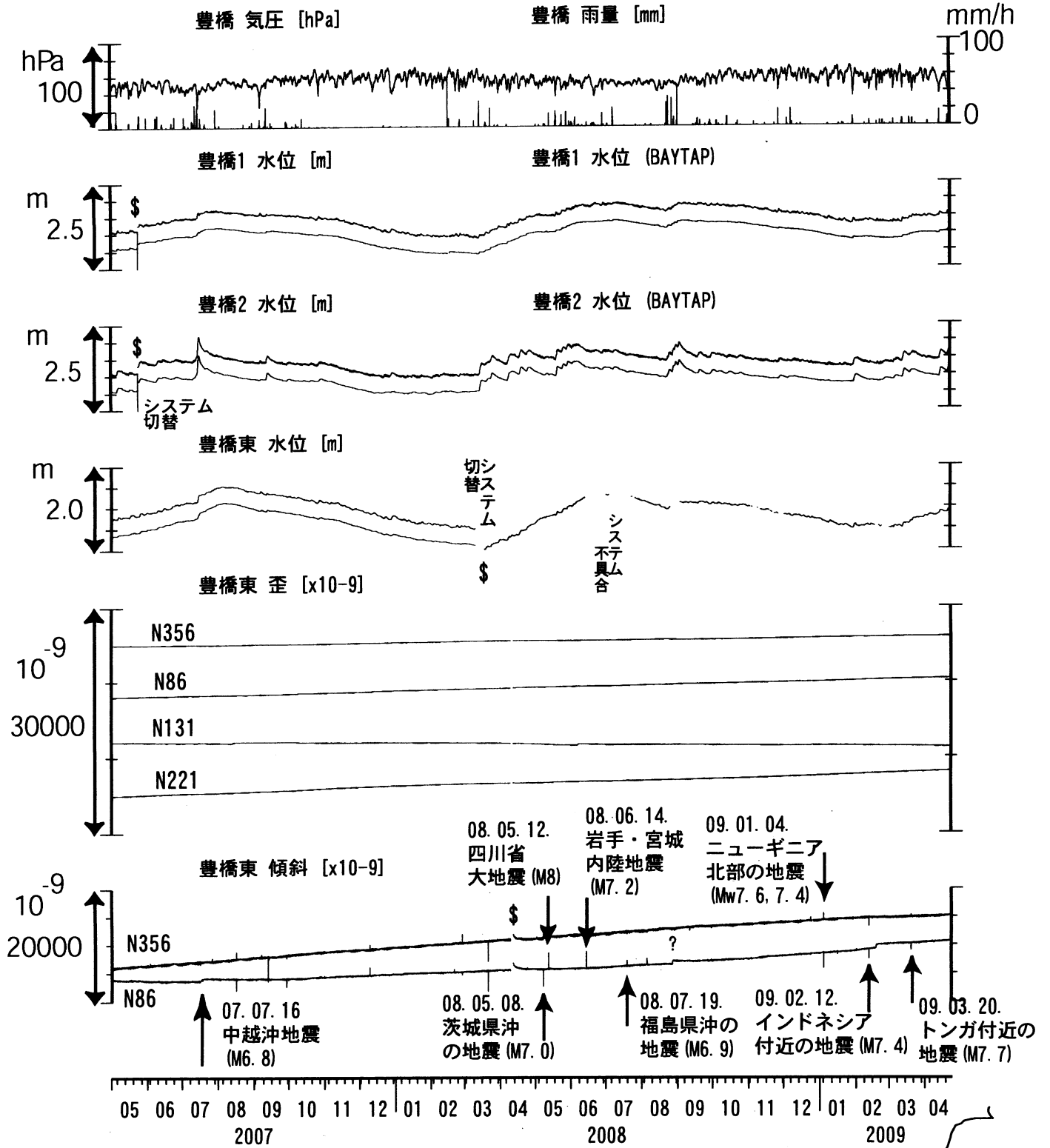
計器深度 GL-269. 3m



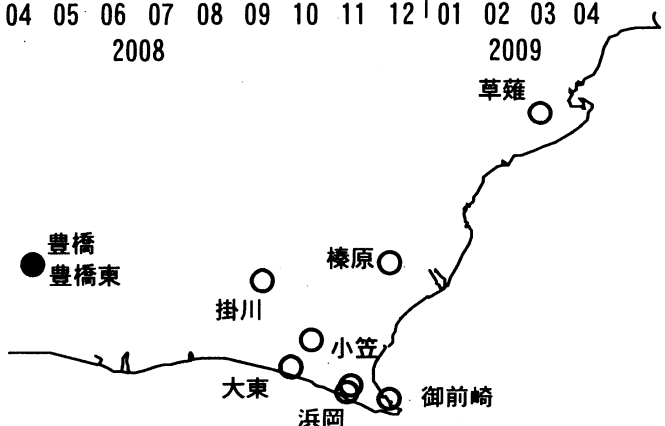
コメント: \$;保守. ?;原因不明.



東海地域西部（豊橋・豊橋東）長期（時間値） （2007/05/01 00:00 - 2009/04/24 00:00）

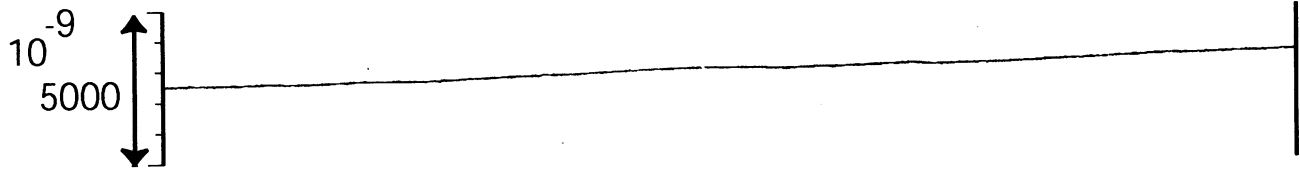


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

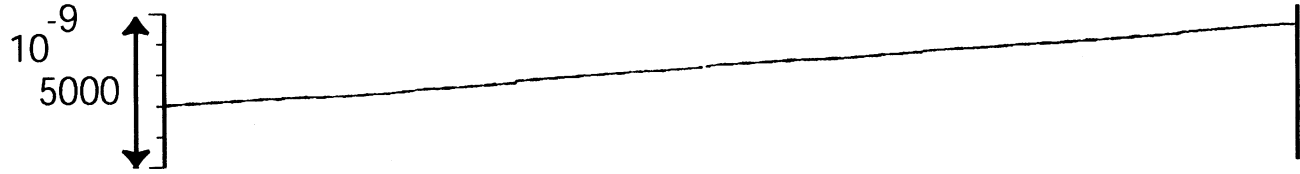


東海地域西部（豊橋東 歪）長期（時間値）
 (2007/05/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

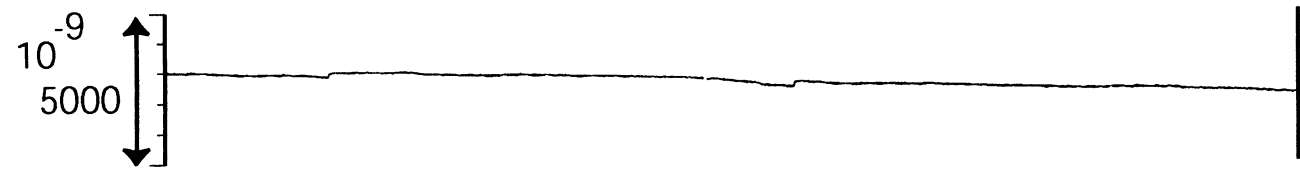
豊橋東 歪 N356E [x10⁻⁹]



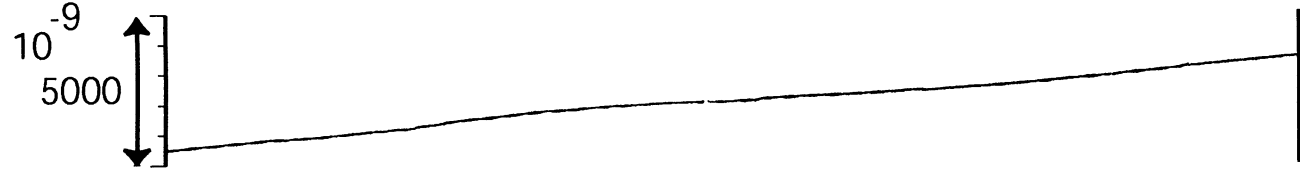
豊橋東 歪 N86E [x10⁻⁹]



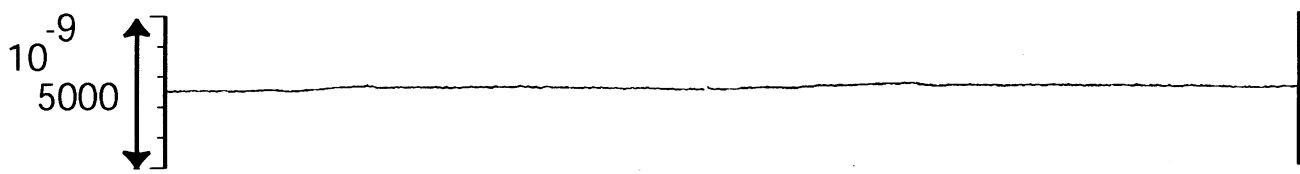
豊橋東 歪 N131E [x10⁻⁹]



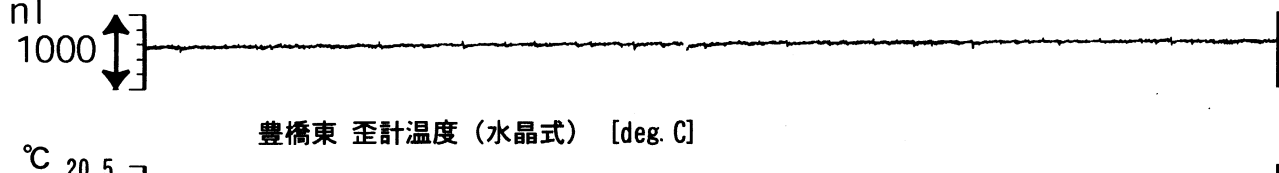
豊橋東 歪 N221E [x10⁻⁹]



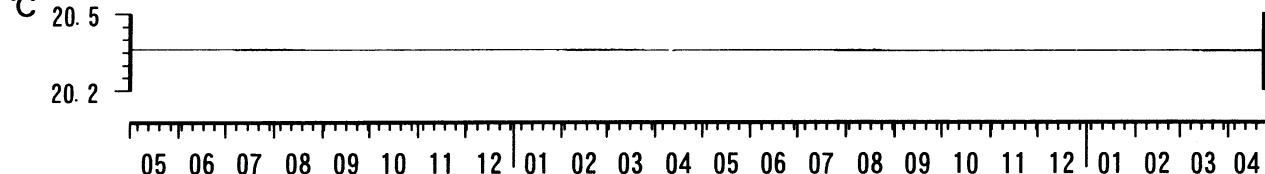
豊橋東 歪 鉛直 [x10⁻⁹]



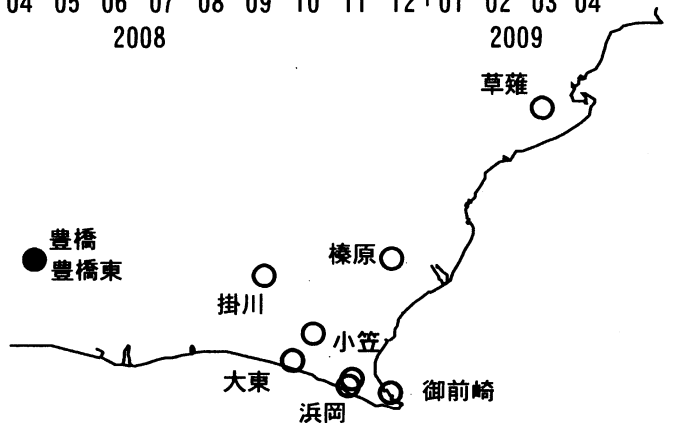
豊橋東 磁力 [nT]



豊橋東 歪計温度（水晶式） [deg. C]



コメント：\$;保守.



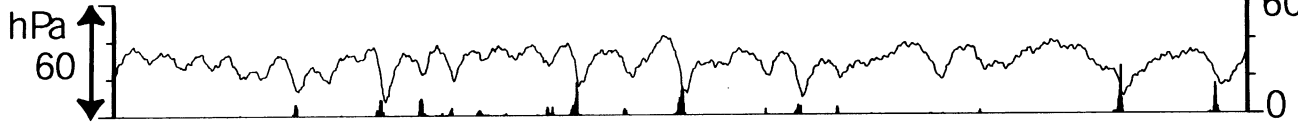
伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値)

(2009/02/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

冷川南 気圧 (円筒) [hPa]

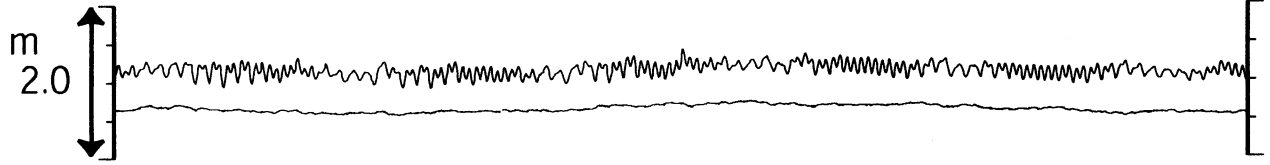
大室山北 雨量 [mm]

mm/h



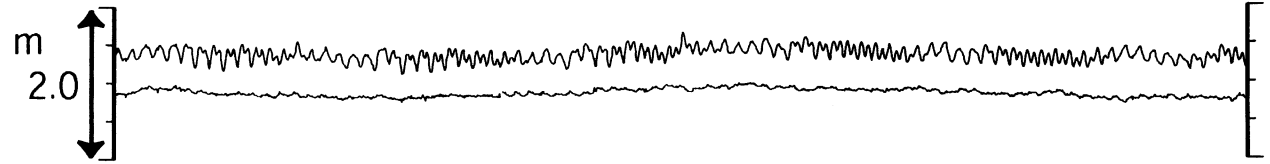
松原174号井 水位 (圧力m) [m]

松原174号井 水位 (圧力m) (BAYTAP)



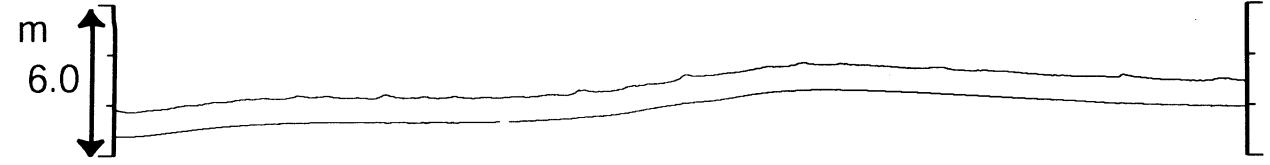
江戸屋 水位 (圧力) [m]

江戸屋 水位 (圧力) (BAYTAP)



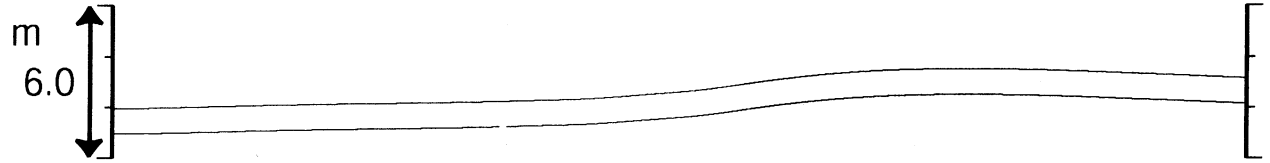
大室山北 水位 (圧力・合成) [m]

大室山北 水位 (圧力・合成) (MR-AR)



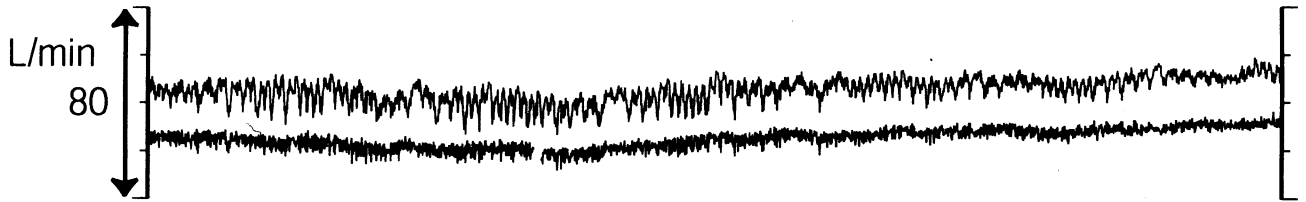
冷川南 水位 (圧力・合成) [m]

冷川南 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)



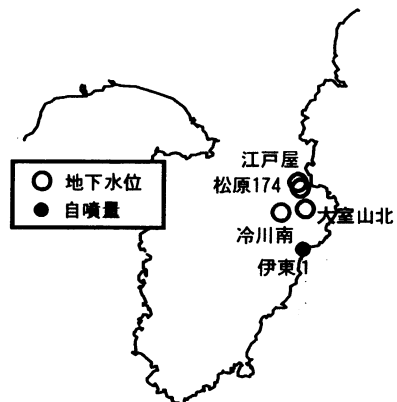
伊東1号 自噴量 [l/min]

伊東1号 自噴量 (BAYTAP)



01 08 15 22 01 08 15 22 29 05 12 19
2009/02 2009/03 2009/04

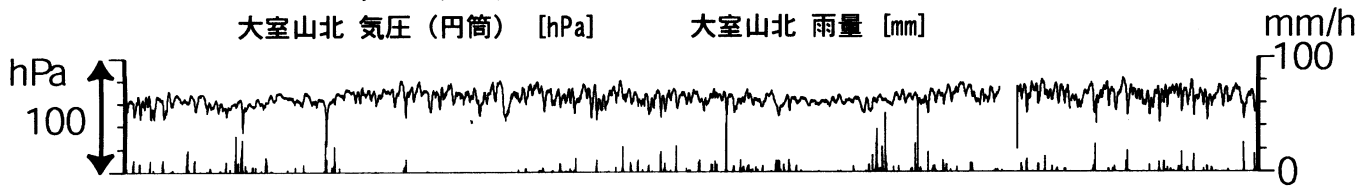
コメント：\$;保守. ?;原因不明.
松原174号井は静岡県による観測.



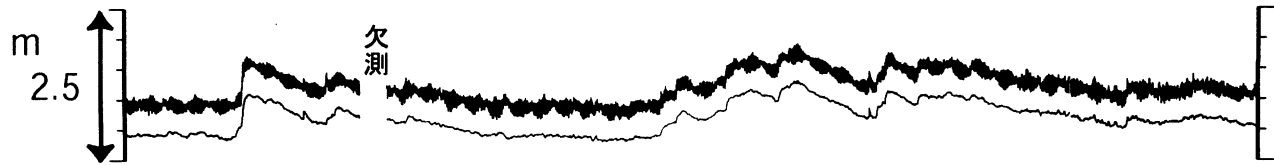
伊豆半島東部 地下水位・自噴量 長期 (時間値)

(2007/05/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

大室山北 気圧 (円筒) [hPa] 大室山北 雨量 [mm]



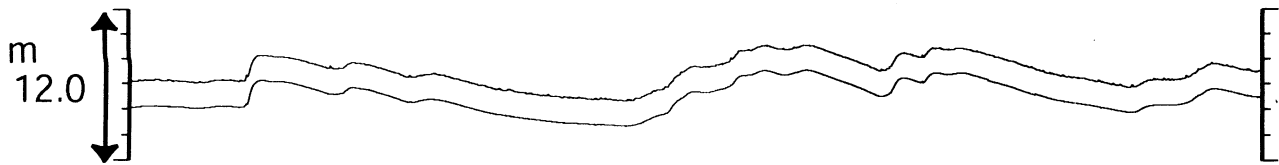
松原174号井 水位 (圧力m) [m] 松原174号井 水位 (圧力m) (BAYTAP)



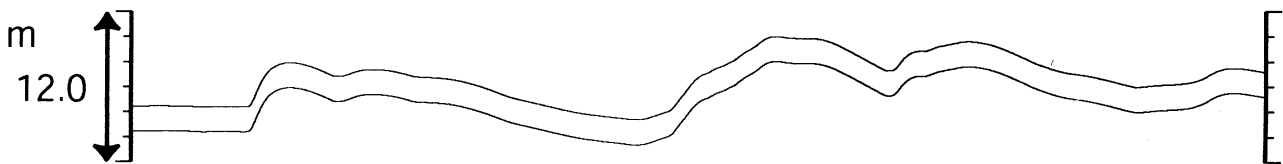
江戸屋 水位 (圧力) [m] 江戸屋 水位 (圧力) (BAYTAP)



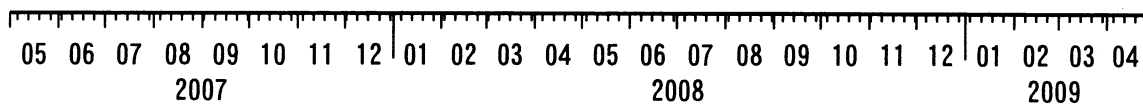
大室山北 水位 (圧力・合成) [m] 大室山北 水位 (圧力・合成) (MR-AR)



冷川南 水位 (圧力・合成) [m] 冷川南 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)



伊東1号 自噴量 [l/min] 伊東1号 自噴量 (BAYTAP)



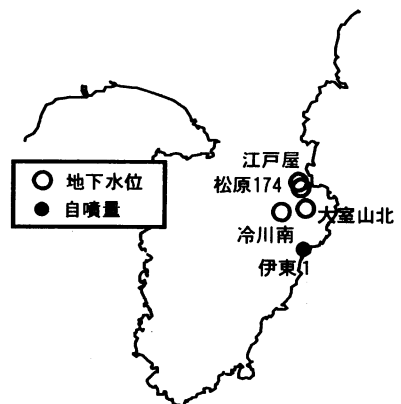
コメント：\$;保守. ?;原因不明.

松原174号井は静岡県による観測.

伊東1は、休日・年末年始に周囲の温泉使用量が増加するため、自噴量が減少する.

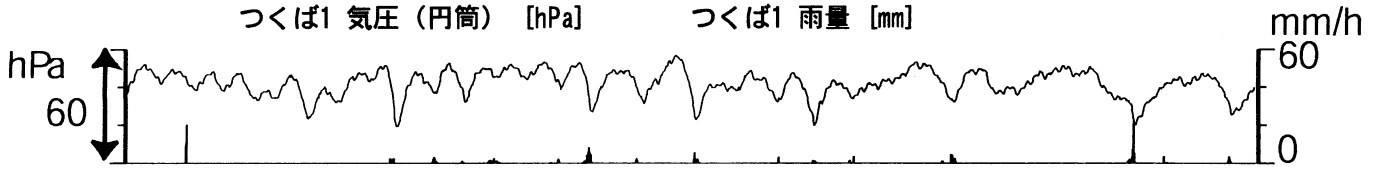
江戸屋の水位が2008年4月中旬以降乱れているが、水位計の不具合が原因と思われる.

2008年10月30日に江戸屋の水位計の保守を行った.

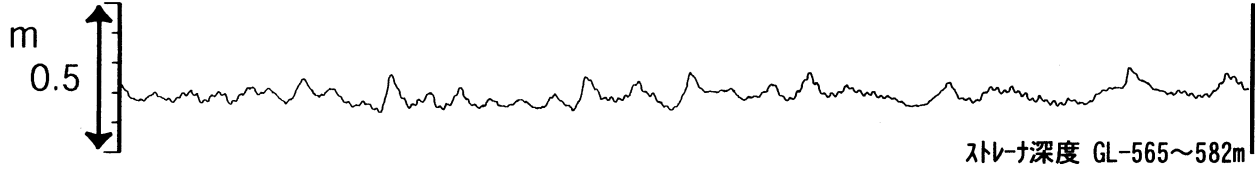


関東地域 地下水観測結果 中期 (時間値)
 (2009/02/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

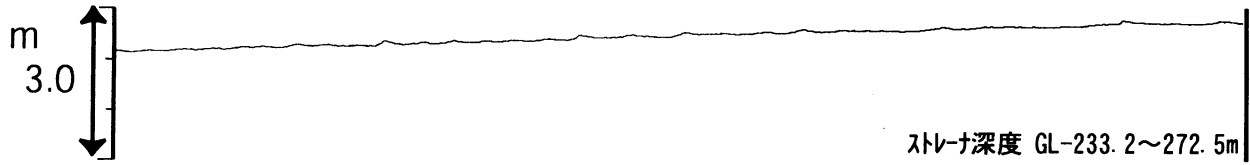
つくば1 気圧 (円筒) [hPa] つくば1 雨量 [mm]



つくば1 水位 (圧力・合成) [m]



つくば2 水位 (圧力・合成) [m]

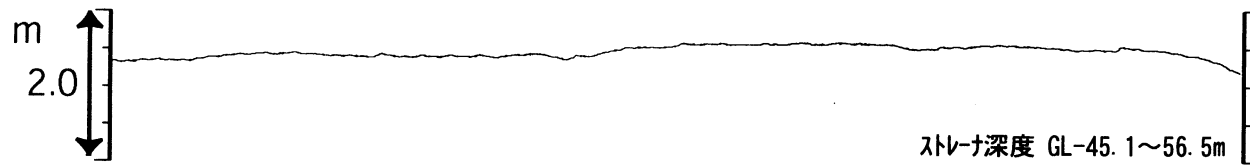


つくば3 水位 (圧力・合成) [m]



つくば4 水位 (圧力) [m]

つくば4 水位 (圧力) (BAYTAP)



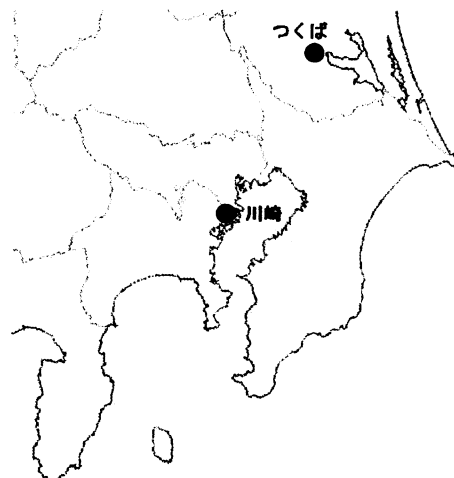
川崎 水位 (圧力・合成) [m]

川崎 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)



01 08 15 22 01 08 15 22 29 05 12 19
 2009/02 2009/03 2009/04

コメント: \$;保守.

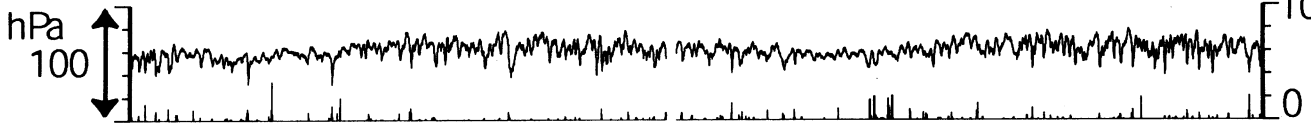


関東地域 地下水観測結果 長期 (時間値)
 (2007/05/01 00:00 - 2009/04/24 00:00)

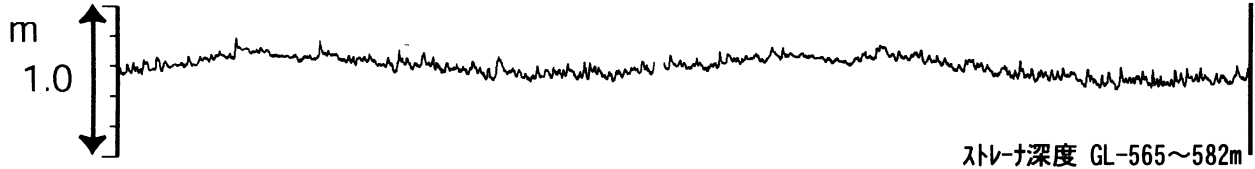
つくば1 気圧 (円筒) [hPa]

つくば1 雨量 [mm]

mm/h



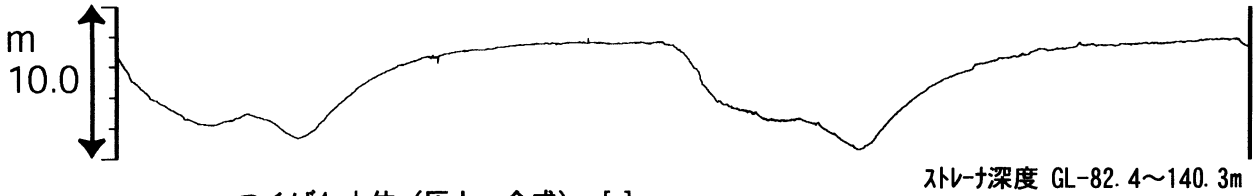
つくば1 水位 (圧力・合成) [m]



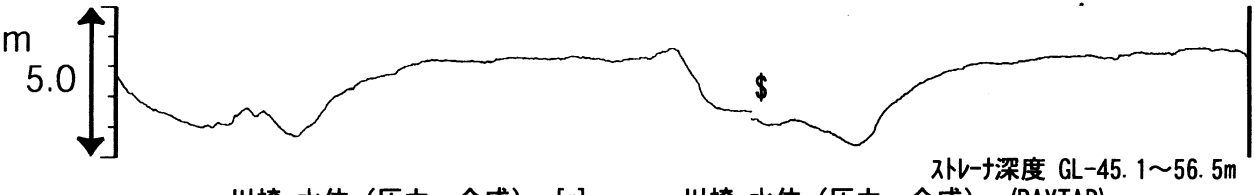
つくば2 水位 (圧力・合成) [m]



つくば3 水位 (圧力・合成) [m]

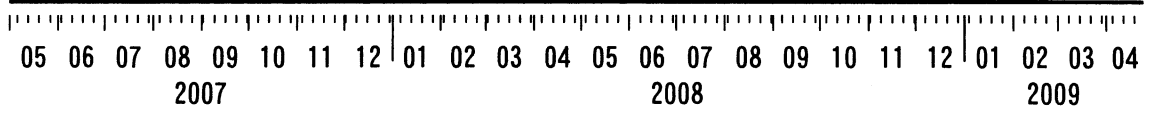
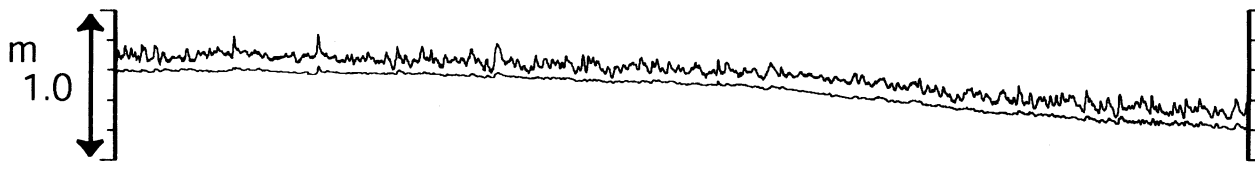


つくば4 水位 (圧力・合成) [m]



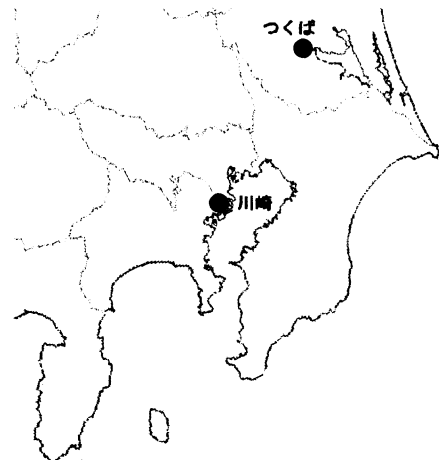
川崎 水位 (圧力・合成) [m]

川崎 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)



コメント: \$; 保守.

つくば2~4の水位が、例年春~秋に低下するのは、
 周囲の揚水によると考えられる.



紀伊半島南部の地下水・歪観測結果(2009年2月～2009年4月)

産業技術総合研究所

産業技術総合研究所で2007年に地下水等の観測を開始した、紀伊半島南部の2観測点(HGMおよびICU)における2009年2月1日から同年4月23日までの観測結果を図1～2に示す。

広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS)によると、2009年4月13日13時頃～14日6時頃に奈良県南部でやや活発な低周波微動が観測された(図3)。同期間の5観測点(HGM、KST、ICU、MYMおよびITA)における観測結果を図4～8に示す。ITAにはGTSM社製歪計が、その他4点には石井式歪計が600m孔(標準)に埋設されている。ICUでは、微動に対応した僅かな変化が認められるが、その他の観測点では有意な変化は認められなかった。

低周波微動の震央域のプレート形状モデル(弘瀬ほか, 2007)を参考にスロースリップイベント(SSE)の断層モデルを仮定し、Okada(1992)と内藤・吉川(1999)によって各観測点で期待される主歪変化を計算した他、水平歪の観測結果から該当期間の主歪を計算した(図9)。断層面の水平位置は、微動の震央域のみで決定し、それ以外の位置およびすべり方向等はプレート形状から決定した。すべり量のみ、ICUの観測結果に合うよう設定した。なお、歪計のキャリブレーションは行っていないため、すべり量は実際より大きく見積もられている可能性がある。水平歪は4成分観測しているため、主歪観測結果は3組ずつの組み合わせで4通り計算される。HGMは水平歪2のノイズレベルが高いため、これを除いて1組のみ計算している。ICUでは、4組の計算結果には矛盾はなく、観測された主歪方位・振幅は断層モデルからの計算値と調和的である。Mwは5.4と推定される。最もノイズレベルの低いICUにおける検出下限程度のすべり量であったと考えられる。

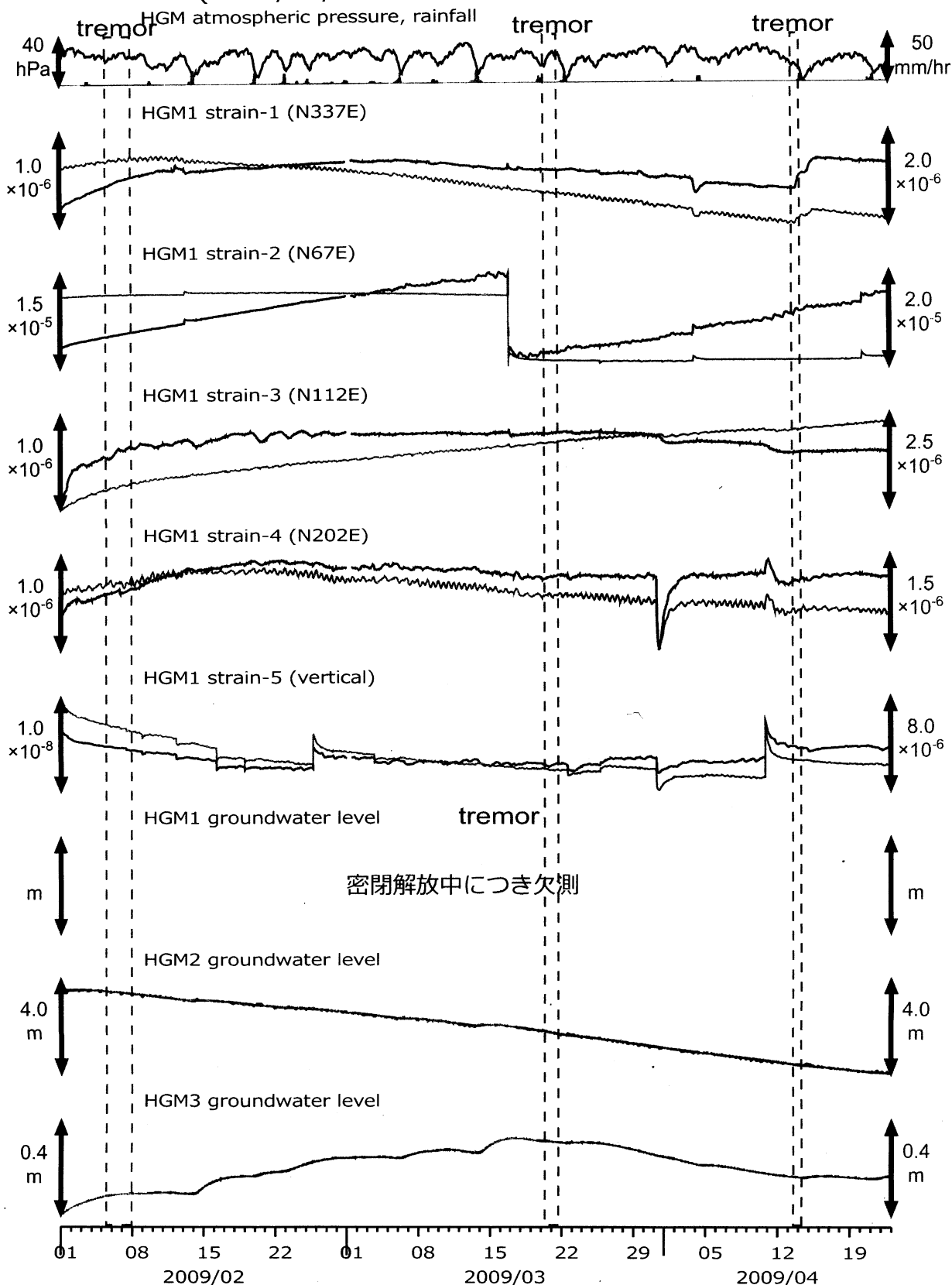
この地域では、2009年1月に奈良県南部、同年2月に和歌山県中部、同年3月に今回のすべりとほぼ同領域の奈良県南部で深部低周波微動にともなうSSEによると考えられる歪変化が観測されている。

(板場智史・北川有一・小泉尚嗣・高橋誠・松本則夫・佐藤努・大谷竜)

参考文献

- Okada, Y., Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **82**, 1018-1040, 1992.
- Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro, A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, *Geophys. J. Int.*, **104**, 507-516, 1991.
- 内藤宏人, 吉川澄夫, 地殻変動解析支援プログラム MICAP-G の開発, *地震*, **52**, 101-103, 1999.
- 広島大学, 低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS), <http://tremor.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/>.
- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭, Double-Difference Tomography法による西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, *地震*, **60**, 1-20, 2007.

図1: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: HGM (時間値)
(2009/02/01 00:00 - 2009/04/23 00:00)



2009/1/30にHGM1の密閉開放を行ったため歪全成分とHGM2の水圧に影響が出ている。歪各成分で頻発するステップはセンサーの近傍の間隙水圧の変化が原因と考えられる。灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、直線トレンド(歪のみ)を取り除いている。

instrument	installed depth [GL-m]
HGM1 Strainmeter	368.2 - 375.0
well	screen depth [GL-m]
HGM1	320.4 - 331.3
HGM2	180.9 - 191.8
HGM3	24.3 - 29.8

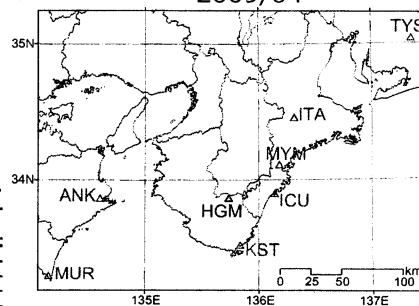
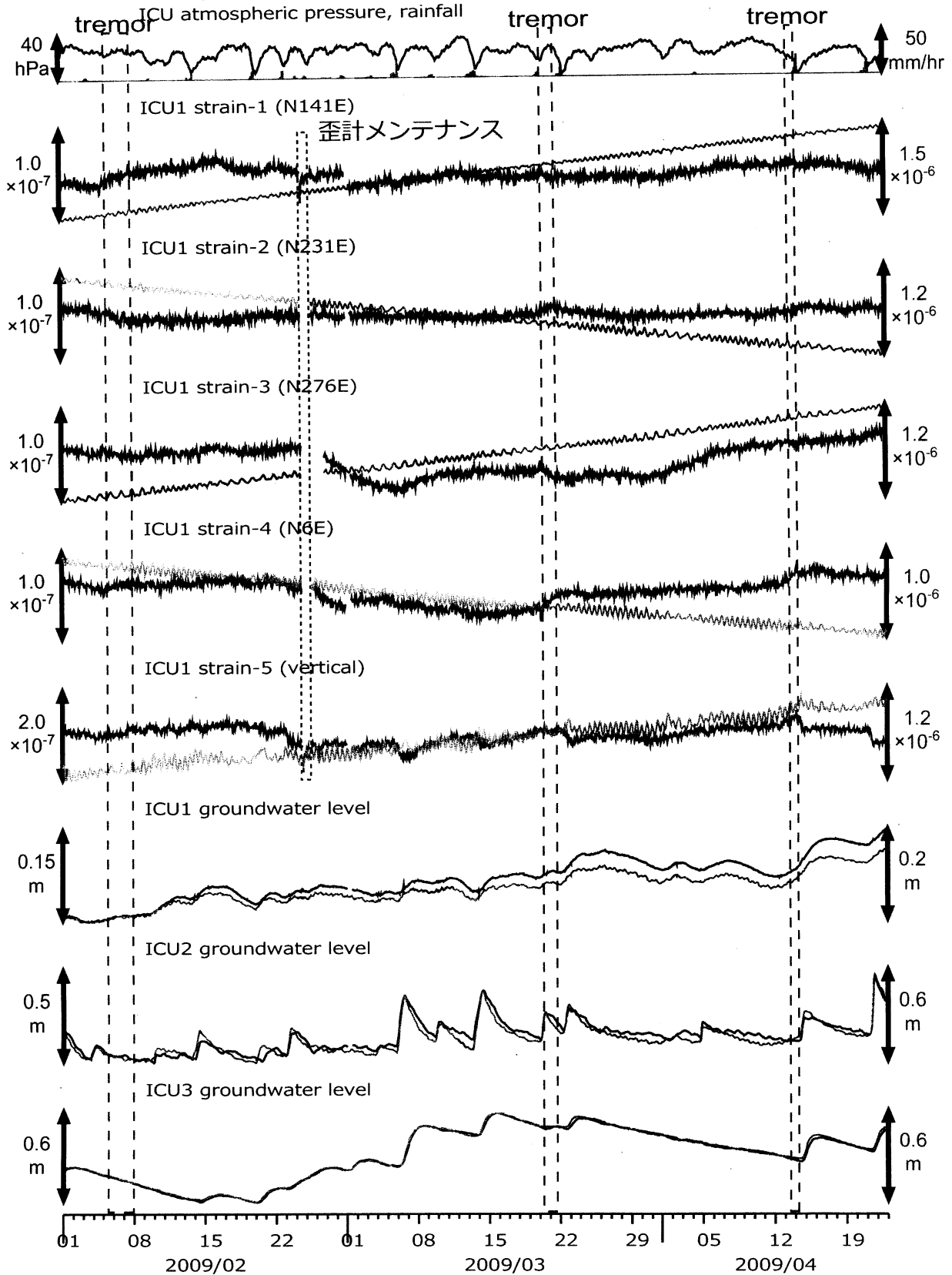
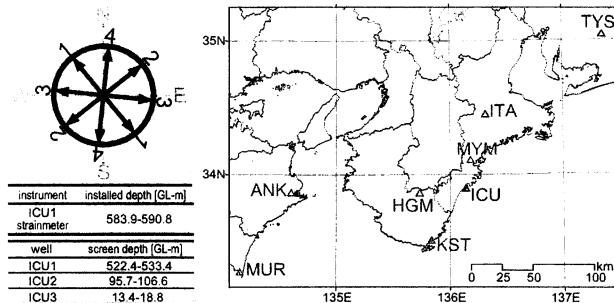


図2: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ICU (時間値)
(2009/02/01 00:00 - 2009/04/23 00:00)



灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、直線トレンド(歪のみ)を取り除いている。

1/24-25に歪計のメンテナンスを行ったため、数日間歪記録に影響が出ている。



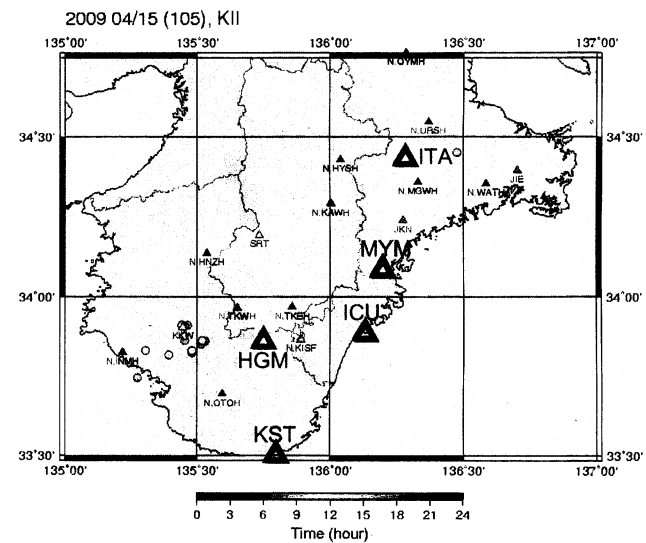
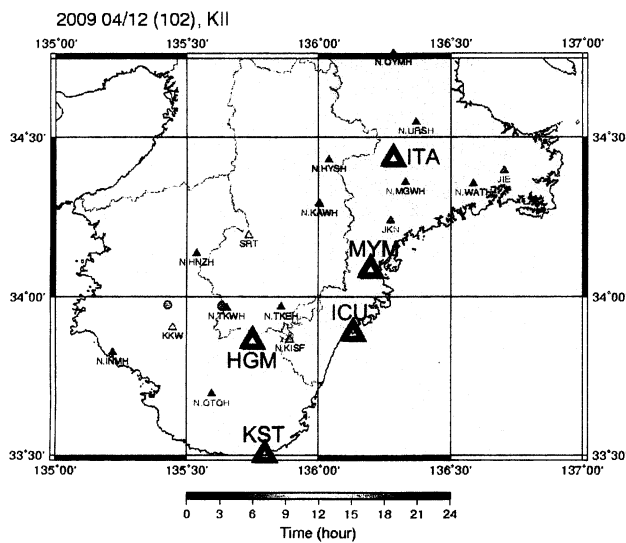
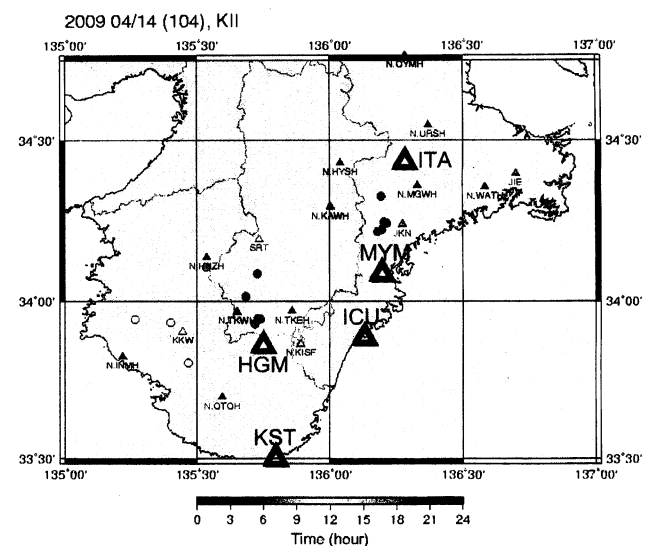
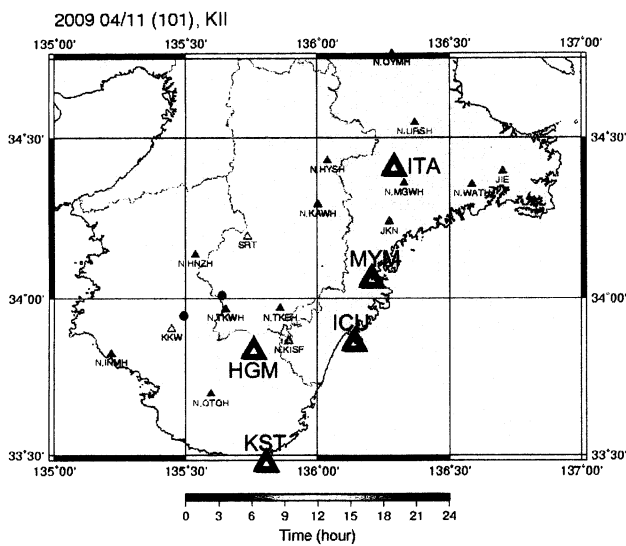
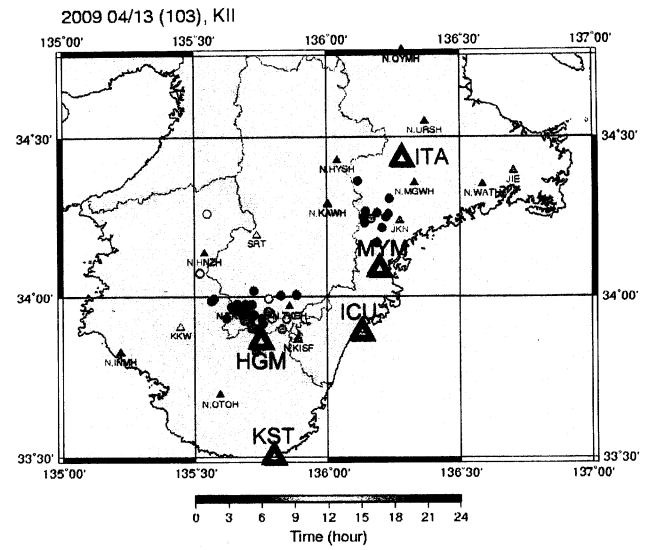
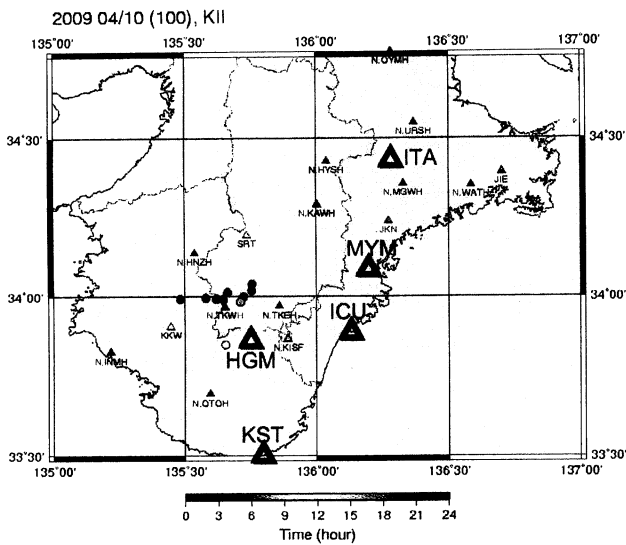
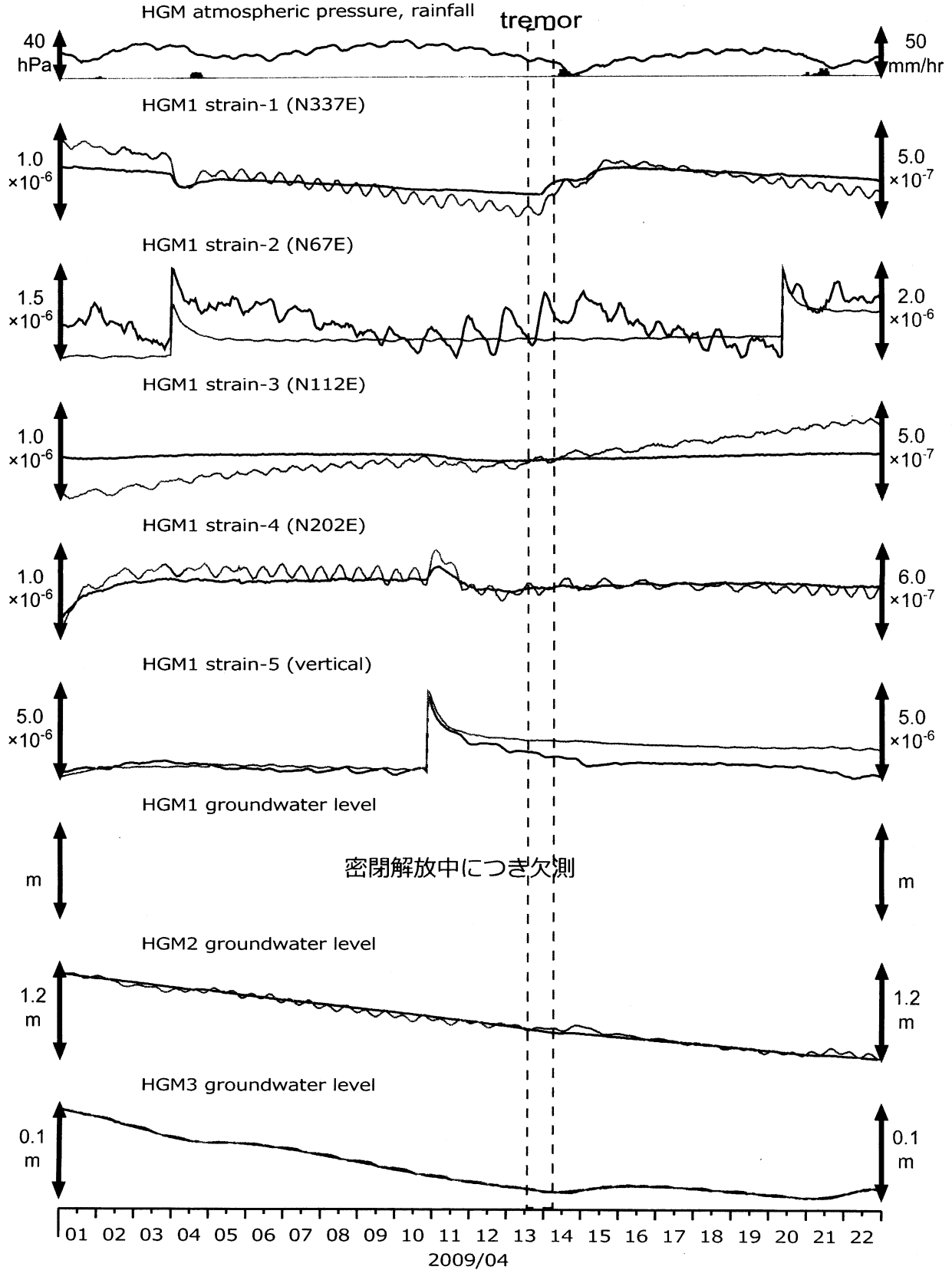


図 3: 広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム ATMOS による 2009/4/10-15 の紀伊半島におけるモニタリング結果
<http://tremor.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/index.html>

図4: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: HGM (時間値)
(2009/04/01 00:00 - 2009/04/23 00:00)



2009/1/30にHGM1の密閉開放を行ったため歪全成分とHGM2の水圧に影響が出ている。歪各成分で頻発するステップはセンサーの近傍の間隙水圧の変化が原因と考えられる。灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、直線トレンド(歪のみ)を取り除いている。

instrument	installed depth [GL-m]
HGM1 strainmeter	368.2 - 375.0
well	screen depth [GL-m]
HGM1	320.4 - 331.3
HGM2	180.9 - 191.8
HGM3	24.3 - 29.8

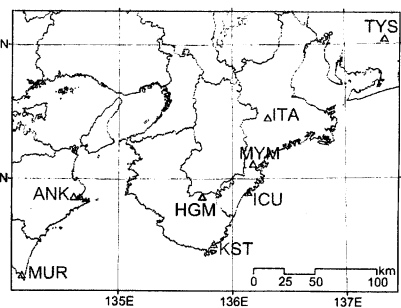
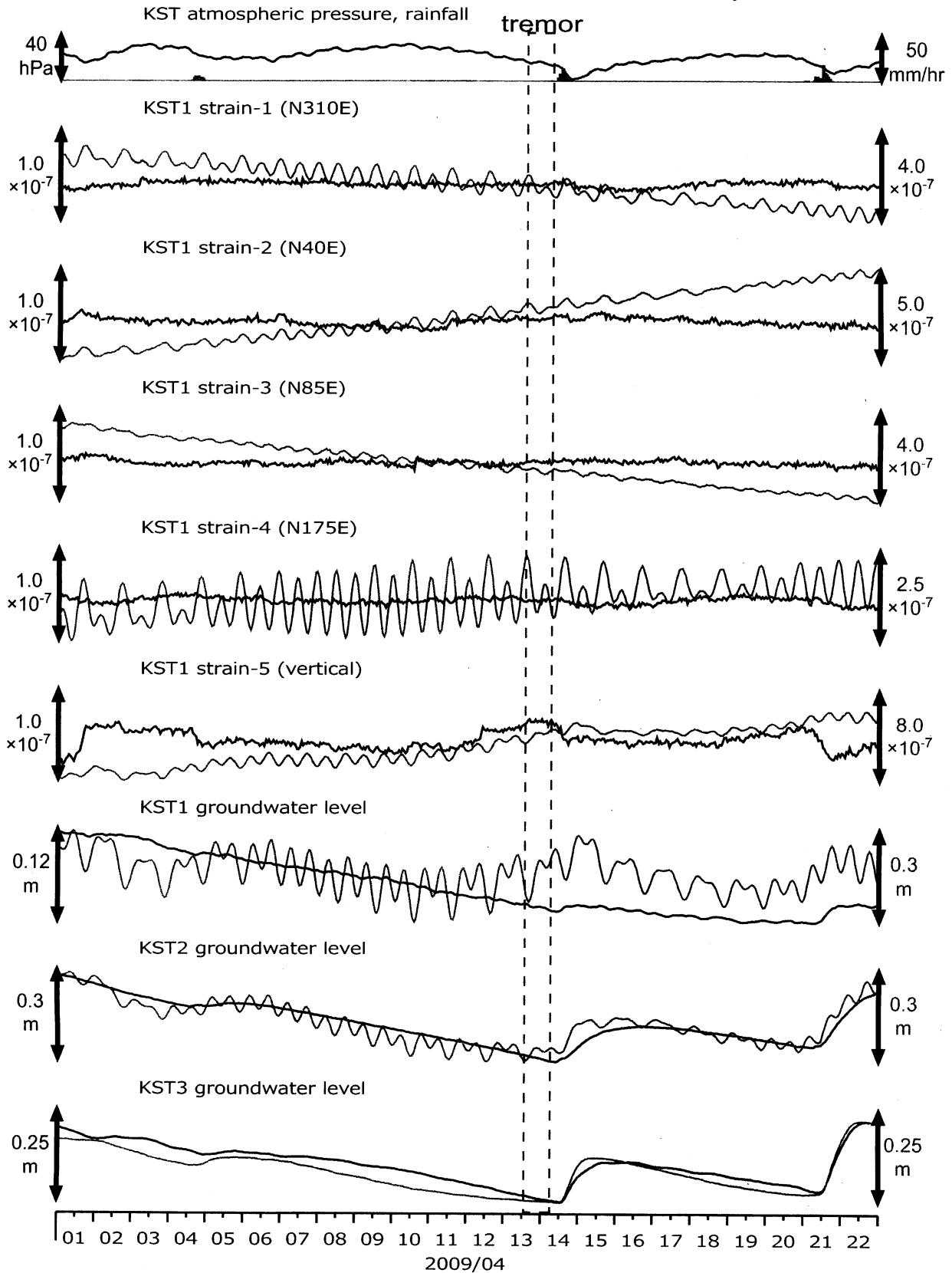
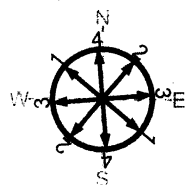


図5: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: KST (時間値)
(2009/04/01 00:00 - 2009/04/23 00:00)



灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、2次曲線トレンド(歪のみ)を取り除いている。



instrument	installed depth [GL-m]
KST1 strainmeter	585.2 - 592.1
well	screen depth [GL-m]
KST1	509.2 - 520.2
KST2	132.9 - 143.9
KST3	20.4 - 30.6

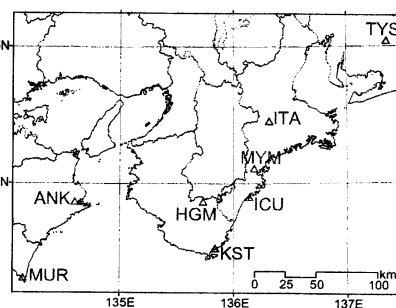
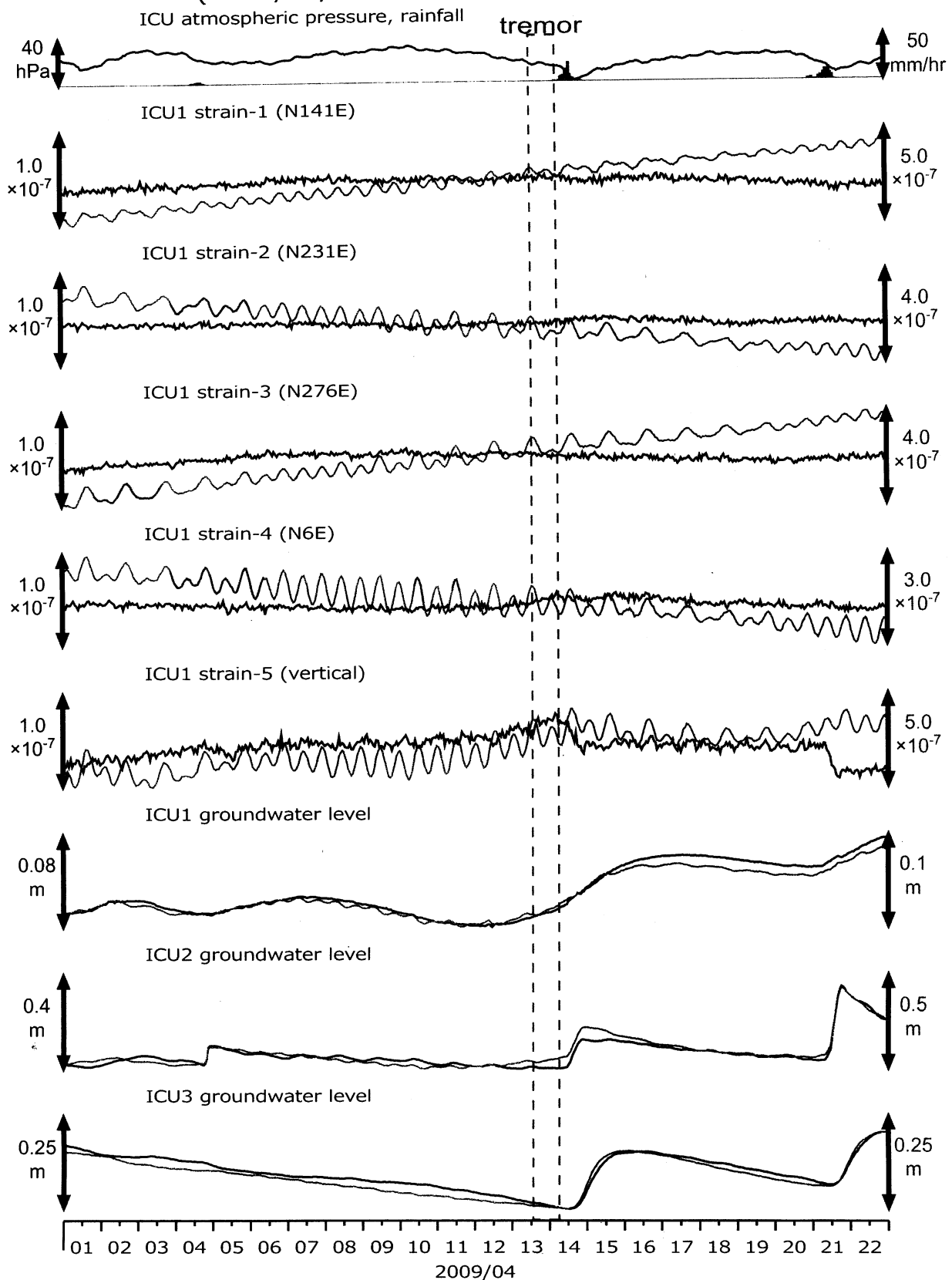
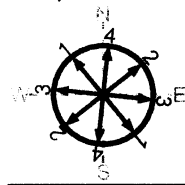


図6: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ICU (時間値)
(2009/04/01 00:00 - 2009/04/23 00:00)



灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、直線トレンド(歪のみ)を取り除いている。



instrument	installed depth [GL-m]
ICU1 strainmeter	583.9-590.8
well	screen depth [GL-m]
ICU1	522.4-533.4
ICU2	95.7-106.6
ICU3	13.4-18.8

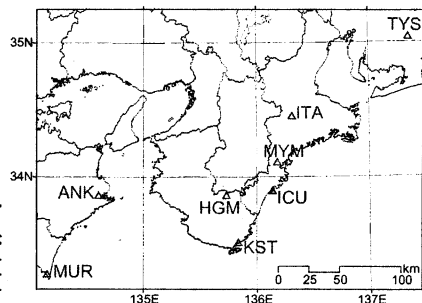
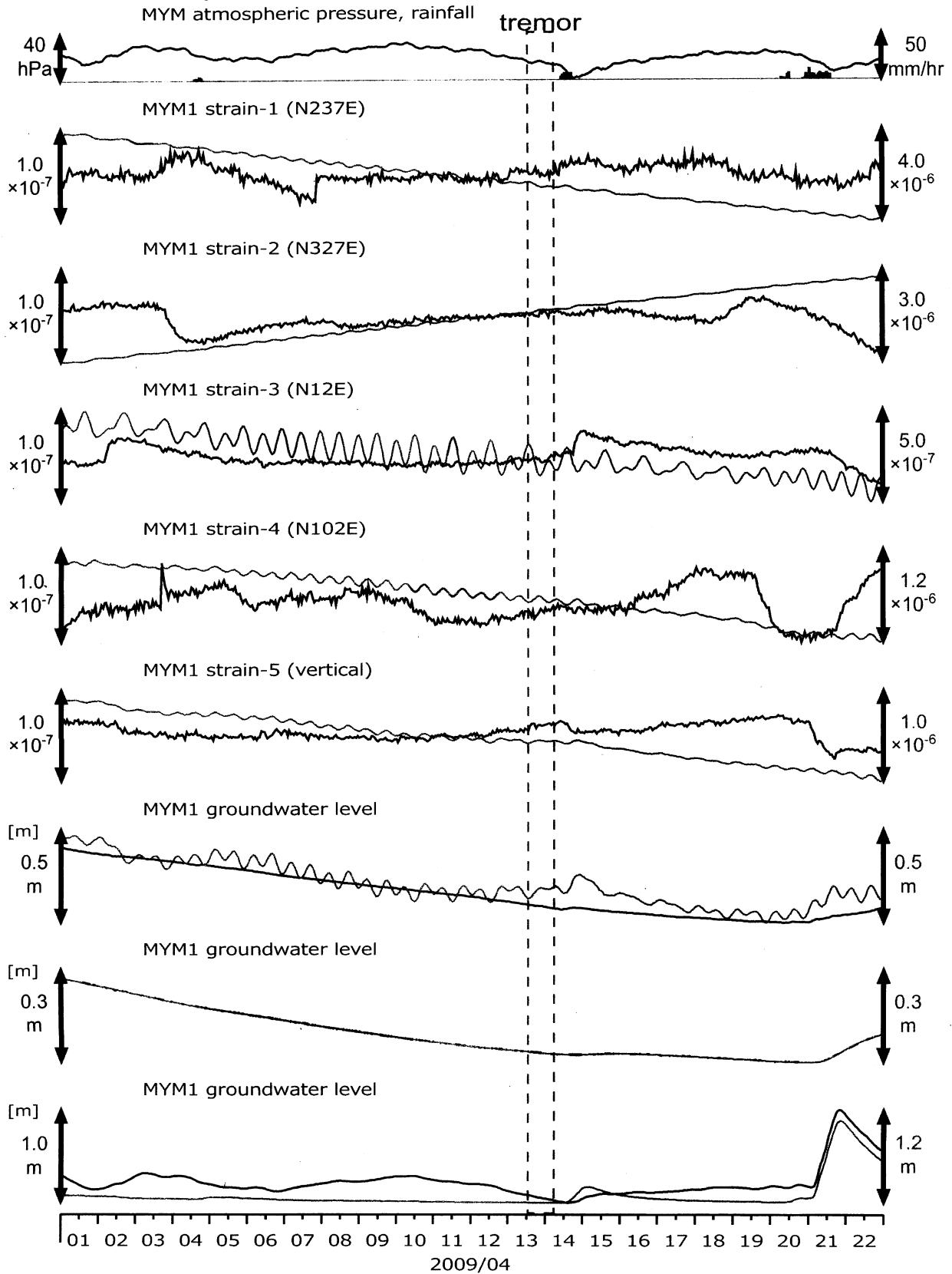


図7: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: MYM (時間値)
(2009/04/01 00:00 - 2009/04/23 00:00)



灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、2次直線トレンド(歪のみ)を取り除いている。

instrument	installed depth (GL-m)
MYM1 strainmeter	585.4 - 592.3
well	screen depth (GL-m)
MYM1	418.9 - 429.8
MYM2	140.2 - 151.1
MYM3	19.9 - 25.3

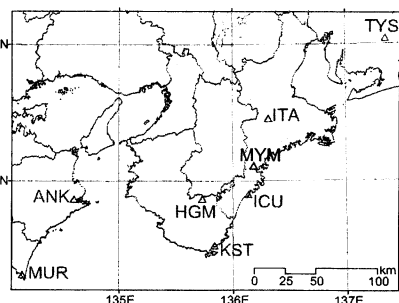
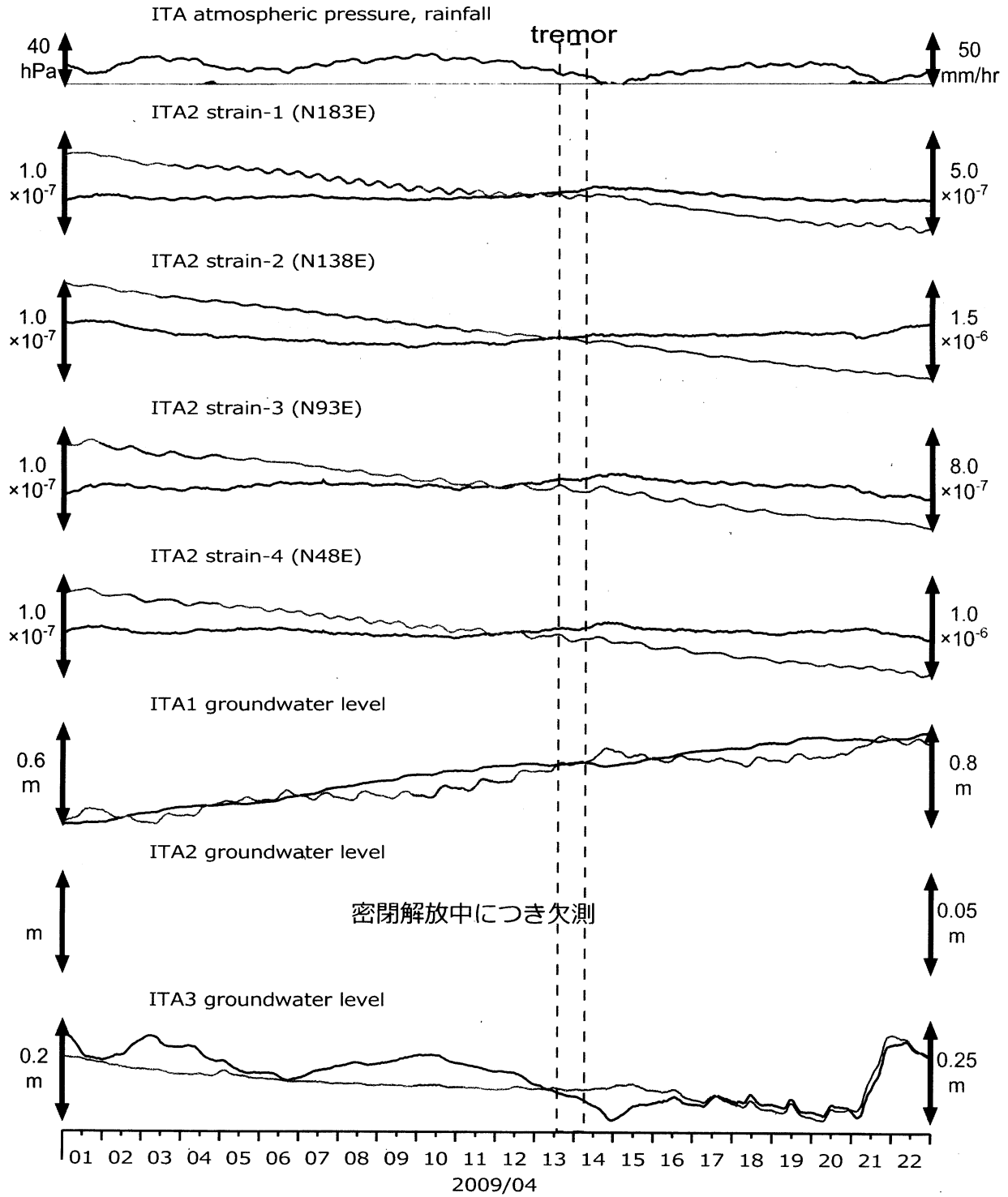
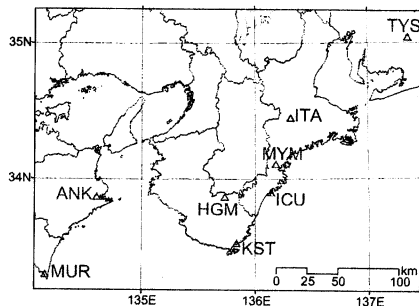


図8: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ITA (時間値)
(2009/04/01 00:00 - 2009/04/23 00:00)

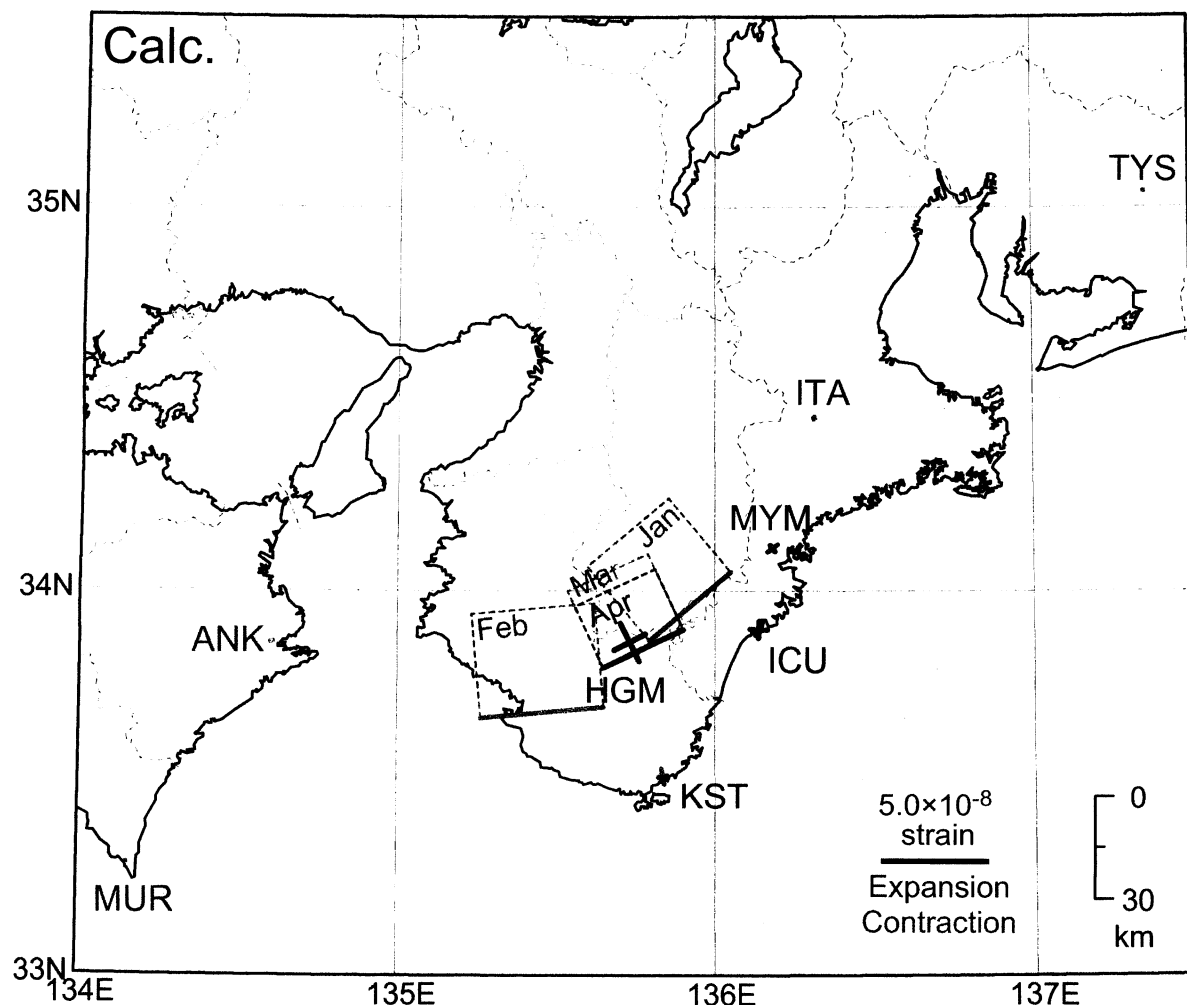


灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、1次曲線トレンド(歪のみ)を取り除いている。

instrument	installed depth [GL-m]
ITA2 strainmeter	181.3 - 183.6
well	screen depth [GL-m]
ITA1	547.6 - 558.5
ITA2	145.5 - 156.4
ITA3	10.8 - 16.3



Event	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
Apr. 2009	33.90	135.90	30	245	25	20	20	110	10	5.4
Mar. 2009	33.90	135.90	30	245	25	25	20	110	30	5.8
Feb. 2009	33.70	135.65	25	265	35	30	15	130	20	5.8
Jan. 2009	34.05	136.05	30	230	30	30	25	95	20	5.8

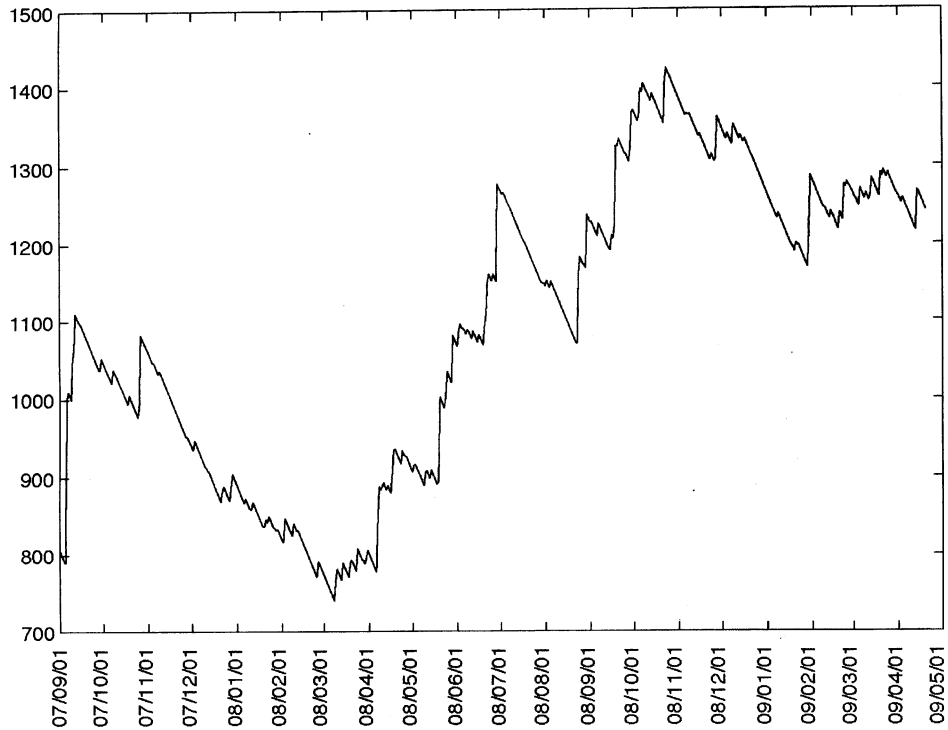


strain ch combinations	HGM Obs.	KST Obs.	ICU Obs.	MYM Obs.	ITA Obs.
2,3,4		.		.	.
1,3,4		.		.	.
1,2,4		.		.	.
1,2,3		.		.	.

図9: 弘瀬ほか(2007)によるフィリピン海プレート形状を参考にした断層モデル。水平位置は深部低周波微動の震源域で決定し、深さ、走向、傾斜角、すべり方向はプレート形状により決定した。すべり量はICUの歪観測結果から推定した。参考までに、2009年1月(奈良県南部)、2月(和歌山県中部)、3月(奈良県南部)の断層モデルを追記している。

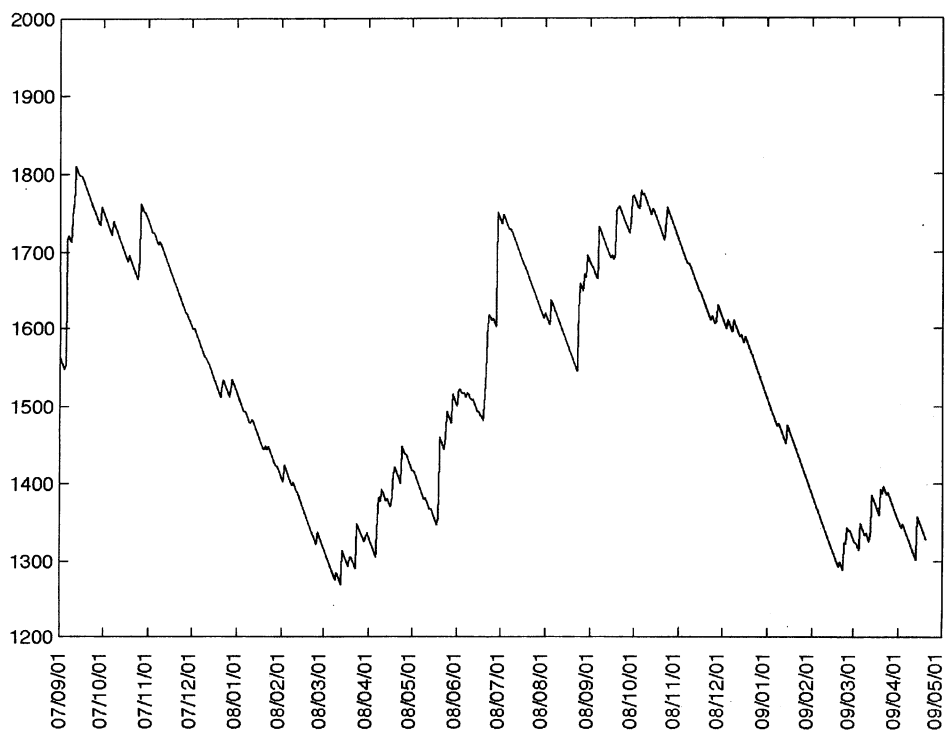
浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(2007. 9. 1-2009. 04. 20)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間のデータを用いて定めた



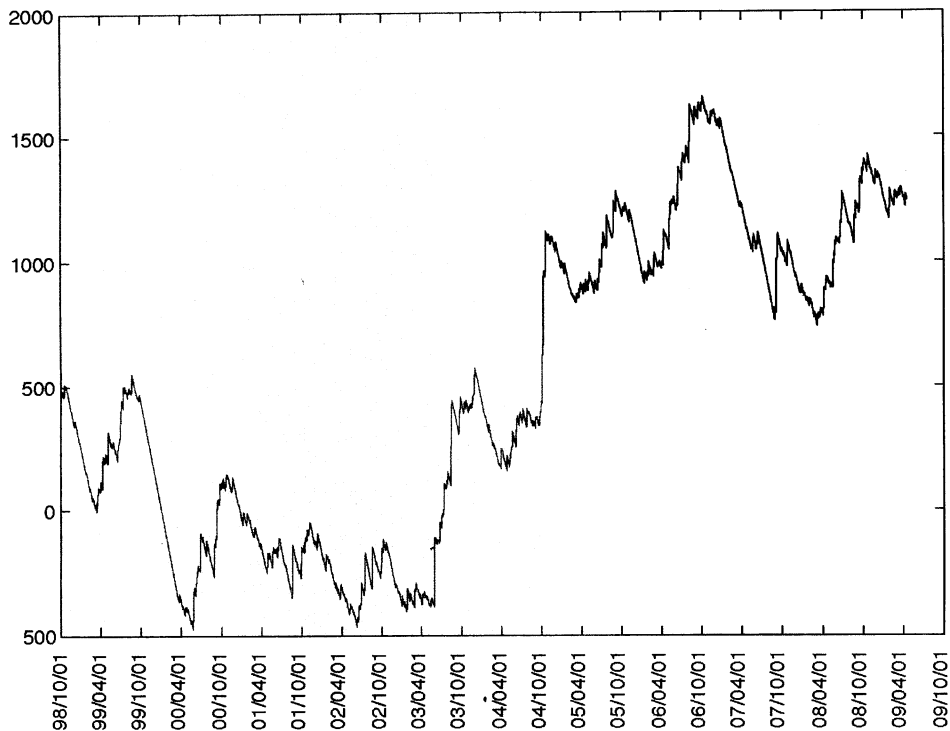
榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(2007. 9. 1-2009. 04. 20)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間のデータを用いて定めた



浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(1998. 10. 1-2009. 04. 20)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間(影部分)のデータを用いて定めた



榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(1998. 10. 1-2009. 04. 20)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間(影部分)のデータを用いて定めた

